DE

STERREKUNDIGE PLAATSBEPALING

IN DEN

INDISCHEN ARCHIPEL,

EN

DE MAATREGELEN, OP GEZAG VAN Z. E. DEN MINISTER VAN KOLONIEN, TOT HARE VOORBEREIDING GENOMEN,

DOOR

F. KAISER,
Hoogleeraar te Leiden.

Uitgegeven op last en voor rekening van het Departem. van Koloniën.

AMSTERDAM.
J. C. A. SULPKE.
1851.




KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK
1129 443

DE

STERREKUNDIGE PLAATSBEPALING

IN DEN

INDISCHEN ARCHIPEL.

DE

STERREKUNDIGE PLAATSBEPALING

IN DEN

INDISCHEN ARCHIPEL,

EN

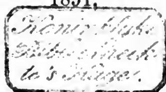
DE MAATREGELEN, OP GEZAG VAN Z. E. DEN MINISTER VAN KOLONIEN, TOT HARE VOORBEREIDING GENOMEN,

DOOR

F. KAISER,
Hoogleeraar te Leiden.

Uitgegeven op last en voor rekening van het Departement van Koloniën.

AMSTERDAM,
J. C. A. SULPKE,
1851.



GEDRUKT BIJ J. G. LA LAU TE LEIDEN.

VOORBERIGT.



Met dit verslag wenschte ik niet slechts den oorsprong en de beteekenis van de zending voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel in het ware licht te stellen, en mij te verantwoorden over de wijze, waarop ik de mij opgedragene taak harer voorbereiding heb volbragt, maar ook, zoo veel in mijn vermogen was, haren goeden uitslag te verzekeren. Ik wenschte, niet alleen voor het tegenwoordige, maar ook voor de toekomst te zorgen, en in tijds de inlichtingen en teregtwijzingen te geven, die men van mij eischen kan, en die men zoude kunnen behoeven, als de mogelijkheid om mij te raadplegen reeds zal zijn weggenomen. Vooral ook wilde ik hen, die in het vervolg aan de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel zullen arbeiden, bekend maken met hetgeen zij daartoe behoeven, en in de gelegenheid stellen om partij te trekken van de werkzaamheden, tot welke zij mij aanleiding gaf. Daarom heb ik de geschriften aangewezen, door wier vlijtige beoefening men zich met de eischen der sterrekundige plaatsbepaling be-

kend kan maken, en de handelwijzen vermeld, die, naar mijne meening, in den Indischen Archipel het spoedigst tot veel omvattende en naauwkeurige eind-uitkomsten zullen geleiden. Daarom heb ik, met eenige uitvoerigheid, mijne bedoeling met elk der door mij uitgekozene werktuigen omschreven, en over hunne bijzondere eigenschappen gehandeld, in zoo ver als daaromtrent in gedrukte werken geene teregtwijzingen waren te vinden. Daarom heb ik de raadgevingen in dit stuk medegedeeld, wier opvolging ik wenschelijk acht, en door eenige proeven aangetoond, wat de aangeschafte werktuigen, in goede handen, vermogen. Even zoo als mijne bemoeijing met de zending naar den Indischen Archipel, in het verledene jaar, mijne overige bezigheden vertraagde, moest nu, tot mijn leedwezen, het schrijven van dit verslag vertraagd worden, door andere bezigheden, welke geen uitstel meer konden lijden. Ik hoop dat dit stukje iets zal bijdragen ter bevordering van het doel der zending, van welke ik heilzame vruchten, voor het vaderland en zijne zeevaart, verwacht.

LEIDEN,
31 Maart 1851.

F. KAISER.

INHOUD.

EERSTE HOOFDSTUK.

DE OORSPRONG, VOORBEREIDING EN BETEEKENIS VAN DE STERREKUNDIGE PLAATSBEPALING IN DEN INDISCHEN ARCHIPEL.

In de maand Augustus des jaars 1849, toen de Vice-Admiraal, destijds Schout-bij-nacht, VAN DEN BOSCH aan het hoofd was geplaatst der beide Departementen van Marine en Koloniën, werd ik door Zijne Excellentie over een onderwerp geraadpleegd, dat, hoe gewigtig ook, de algemeene aandacht slechts in geringe mate tot zich getrokken had. In eenen brief, mij door eenen ambtenaar bij het Departement van Koloniën, namens Zijne Excellentie den Minister, geschreven, werd het als eene erkende waarheid aangevoerd, dat het verbinden en zamenvatten der talrijke bijzondere opnemingen in den Indischen Archipel, vooral in de laatste jaren door verdienstelijke zee-officieren volbragt, wegens het gebrek aan punten, wier ligging op de oppervlakte der aarde met juistheid was bepaald, steeds aan groote bezwaren was verbonden gebleven. Zijne Excellentie de Minister wilde deze bezwaren, zoo veel de omstandigheden het gedoogden, uit den weg ruimen, en wenschte mijn

oordeel te kennen over het al of niet noodzakelijke van een middel daartoe aanbevolen, bestaande in de stichting van een vast observatorium te Batavia of te Soerabaya, welks Geographische Lengte door langdurige en zorgvuldige, aldaar en gelijktijdig in Europa volbragte, waarnemingen, zoo naauwkeurig mogelijk zoude worden bepaald, terwijl chronometer-expeditiën, met Z. M. oorlogschepen, ter bepaling van de verschillen in Lengte, tusschen dat observatorium en de overige hoofdpunten van den Indischen Archipel, zouden moeten strekken. Bovendien werd ik uitgenoodigd Zijne Excellentie den Minister, in het algemeen, bekend te maken met mijne denkbeelden omtrent de eenvoudigste en meest doeltreffende wijze, waarop de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel volbragt zoude kunnen worden, en daarbij wel in het oog te houden, dat aan hare verwezenlijking geene groote geldsommen konden worden ten koste gelegd.

Deze uitnoodiging, in naam van den Minister van Marine en Koloniën aan mij gerigt, kon niet nalaten de levendigste belangstelling bij mij te vinden. Zij moest mij verrassen wegens vroegere gebeurtenissen, die ik hier niet geheel en al met stilzwijgen kan of mag voorbijgaan, en zij moest mij ook verblijden, daar zij een' hoogstverdienstelijken man van eene verdenking onthief, die sedert eenigen tijd bij mij op hem rustte. Ik had mijne pogingen om de sterrekunde aan onze zeevaart dienstbaar te maken, reeds lang te voren, als volstrekt nutteloos opgegeven. Reeds sedert lang was het mij gebleken, dat niemand het oor wilde leenen aan mijne bezwaren tegen den onwil, die hier te lande bestaat, om de zeevaart van

de sterrekunde partij te doen trekken, en ter naauwernood durfde ik nog te kennen geven, dat ik aan eenig verband tusschen zeevaart en sterrekunde geloofde. In het jaar 1848 waagde ik het echter nog eenmaal dat geloof te openbaren, nademaal ik mijn *Verslag omtrent de waarnemingen op de planeet Iris, volbragt op het observatorium te Leiden*, (Tijdschrift voor de wis- en natuurkundige wetenschappen, uitgegeven door de eerste klasse van het Koninklijke Nederlandsche Instituut, tweede deel, tweede aflevering, 1848) met de volgende zinsneden besloot. »Het is hoogst wenschelijk, dat de sterrekundige hulpmiddelen in ons vaderland eerlang de noodige verbetering mogen ondergaan, maar wenschelijker nog, dat van de bij ons reeds bestaande sterrekunde, in het belang van het vaderland en zijne overzeesche bezittingen, zoo veel mogelijk partij worde getrokken. In geene onzer overzeesche bezittingen is nog de ligging van een enkel punt op eene sterrekundige wijze naar behooren bepaald, en de kaarten, haar betreffende, hebben dus nog steeds haren eenigen onfeilbaren grondslag gemist. In deze, naar mijne schatting, dringende behoefte, niet voor de wetenschap, maar voor het vaderland, kan door geringe hulpmiddelen, in de handen van eenen geoefenden waarnemer, voorzien worden, voor wien de sterrekunde wel middel, maar geen doel zoude kunnen zijn. Een waarnemer, met eenige draagbare werktuigen naar Oost-Indië gezonden, om aldaar de geographische ligging der hoofdpunten te bepalen, zoude wel buiten staat zijn iets in het belang der sterrekunde zelve te verrigten, maar eenen voor het vaderland hoogst gewigtigen arbeid kunnen volbrengen. Zulk een maatregel zoude

nu vooral eene dringende aanbeveling verdienen, nu wij eenige geoefende praktische sterrekundigen bezitten, aan wie het ons vroeger ten eenenmale ontbrak.'' Tot mijne groote verwondering bleek het mij eenige maanden daarna, dat deze verklaring, ten minste bij éénen mijner landgenooten, weerklank en bijval had gevonden. Zij werd namelijk aangehaald en dringend ter behartiging aanbevolen, door den ongenoemden schrijver van een merkwaardig stuk, onder den titel: *Onze zeemagt*, in het Tijdschrift *de Gids* (April 1849) opgenomen, dat uitgelokt scheen te zijn geworden, door de schoone verhandeling van den verdienstelijken zee-officier, den Heer M. H. JANSEN, *de zeemagt* getiteld, die kort te voren was uitgegeven. Onze ongenoemde schrijver berispte het in den Heer JANSEN, dat hij, bij zijn voorstel om twee of drie schoeners met het maken van kaarten te belasten, niet scheen gedacht te hebben aan de sterrekundige plaatsbepalingen, die in onze Koloniën nog steeds ontbraken, en zonder welke alle pogingen tot het maken van goede kaarten, grootendeels nutteloos moesten blijven. Daar die berisping mij billijk en natuurlijk was voorgekomen, moest het mij te sterker treffen dat ik de uitnoodiging van den Minister, door de tusschenkomst van juist dien verdienstelijken zee-officier ontving, welken ik reeds onder het groote getal dergenen gerekend had, die, bij hunnen wensch naar goede zeekaarten, haar hoofdvereischte uit het oog verliezen. De brief van den Heer JANSEN bewees mij zijne persoonlijke overtuiging, dat onze zeekaarten de hulp der sterrekunde dringend vorderden, en daarbij de begeerte van den Minister om haar die hulp te verschaffen. Het een

zoo wel als het ander moest ik, in de gegevene omstandigheden, als een verblijdend teeken voor de toekomst onzer zeevaart beschouwen, en, ingenomen met den mij opgedragen last, trachtte ik mij aanvankelijk van dien te kwijten, door den brief mij door den Heer JANSEN, in naam van Z. E. den Minister, geschreven, op den 1sten September 1849, met het navolgende verslag te beantwoorden.

»Met vreugde heb ik ontwaard, dat door Zijne Excellentie den Minister eene zaak in ernstige overweging wordt genomen, die reeds voor lang mijne aandacht tot zich getrokken had, en die zich steeds aan mij had voorgesteld, als een bezwaar voor mijn vaderland, welks opheffing ik vuriglijk wenschen moest. Niemand voorzeker zal er aan twijfelen, dat ons vaderland het hoogste belang heeft bij goede zeekaarten van zijne overzeesche bezittingen. Om die tot stand te brengen zijn dan ook aanzienlijke geldsommen besteed en hebben onderscheidene verdienstelijke mannen zich een' hardnekkigen arbeid getroost, maar toch, zelfs zij die aan de vervaardiging der beste thans bestaande kaarten het levendigste aandeel hebben genomen, zullen erkennen, gelijk zij het wel eens openlijk erkend hebben, dat ook deze kaarten, in weerwil van alles, een' vasten en onwankelbaren grondslag missen. Alles rustte tot heden op geodesische operatiën, die voor het ontwerpen van kaarten wel volstrekt noodwendig zijn, maar wier aaneenschakeling over een zeer groot terrein, noodwendig eene opéénstapeling van kleine fouten ten gevolge moet hebben, die eindelijk tot een aanzienlijk bedrag kan opklimmen, en die alleen door eene, van geodesische operatiën onafhankelijke, bepaling van de ligging veler tusschen-punten, kan wor-

den uit den weg geruimd. De bepaling van de ligging der hoofdpunten, door sterrekundige waarnemingen, is ook steeds als de grondslag aangemerkt, van de opneming van een zeer groot terrein, en van welk gewigt die bepaling voor de geographie van een land geacht wordt, kan ons Rusland leeren, dat sedert anderhalve eeuw, bijna zonder tusschenpoozen, reizende sterrekundigen over zijn grondgebied heeft uitgezonden, met het enkele doel om haar te volmaken."

»De voorname vraag mij namens Zijne Excellentie den Minister voorgesteld, verbindt zich van zelve aan eene andere, namelijk deze: waarom is in weerwil van zoo veel arbeids, voor de geographie en hydrographie van onze overzeesche bezittingen aangewend, aldaar de geographische ligging van geen enkel punt, behalve Batavia, en die nog slechts ten ruwste, door sterrekundige waarnemingen bepaald geworden? Ik acht mij verpligt om deze vraag hier het eerst, en naar mijne inwendige overtuiging, te beantwoorden, hoezeer mijn antwoord bevreemding kan wekken en welligt sommigen zoude mishagen. — Het is, omdat er onder onze zee-officieren, met geodesische operatiën belast, geene waren, die eene toereikende kennis van de praktische sterrekunde bezaten. — Met deze uitspraak bedoel ik niets minder dan het edele corps te beleedigen, hetwelk ik eene zoo hooge achting toedraag, maar zij bevat eene waarheid, die zich ligtelijk laat bewijzen, en die gekend en erkend moet worden, indien de genoemde zwarigheden eenmaal zullen worden uit den weg geruimd. Zij zal ook gereedelijk worden toegestemd door alle zee-officieren, die bij mij genoeg hebben gezien, om een denkbeeld van praktische sterrekunde te verkrijgen. Dat gebrek aan ster-

rekundige kennis is echter aan onze zee-officieren niet te wijten. Het meerendeel behoeft die kennis niet, en diegenen welke haar behoefden, heeft het steeds aan alle opleiding tot haar ontbroken. Waar elders, gelijk in Rusland, aan officieren van zee- .of landmagt belangrijke ondernemingen voor de geographie waren opgedragen, waren zij ook steeds, voor de taak die hun wachtte, aan een observatorium, door een' bevoegd sterrekundige, opgeleid. Bij ons is dit nagelaten, en hoofdzakelijk hieraan is het toe te schrijven, dat belangrijke wenschen omtrent de geographie en hydrographie onzer overzeesche bezittingen tot heden zijn onvervuld gebleven."

»De bepaling van de ligging van plaatsen op de aarde, met eene door de geographie en hydrographie gevorderde naauwkeurigheid, eischt boven alles een' of meer personen, die eene daartoe noodige ervaring in de praktische sterrekunde bezitten, en wijders geene dan betrekkelijk zeer geringe hulpmiddelen. Strikt genomen zijn twee werktuigen voor die bepaling toereikend, namelijk een chronometer en een universaal-instrument. Een goede chronometer kost thans hoogstens ƒ 600, een universaal-instrument, zoo als men het hier behoeft, omtrent ƒ 1000. Met het universaal-instrument bepaalt men tijd, Azimuth, Lengte en Breedte. Ongelukkiglijk laten de meest geschikte methoden voor de bepaling van de Breedte zich in onze Oost-Indische bezittingen niet aanwenden, maar toch zijn ook aldaar weinige heldere avonden toereikend om eene bepaling van de Breedte, met eene zekerheid van een paar secunden, opteleveren. Voor de volstrekte bepaling der Lengte laat zich in Indië het meest van waarnemingen der maan met het uni-

versaal-instrument verwachten. Eenige gunstige maanden kunnen de Lengte van eene plaats met het universaal-instrument zoo naauwkeurig doen kennen, als de geographie en hydrographie het immer behoeven, terwijl de gewone methoden, door de zeelieden aangewend, hier te kort schieten, en sterrebedekkingen voor Oost-Indië weinig beloven. Een vast observatorium is voor die bepalingen volstrekt overbodig. Men behoeft niets dan eenen steen in de opene lucht, op welken het werktuig onmiddellijk vóór de waarnemingen geplaatst wordt, terwijl men het, onmiddellijk na de waarnemingen, weder onder dak kan bergen."

»De omstandigheid, dat eene groote herstelling aan een der werktuigen, indien die door een toeval noodzakelijk mogt worden, zich in onze overzeesche bezittingen niet volbrengen laat, maakt het noodig, dat men zich van ieder der genoemde werktuigen twee exemplaren aanschaffe. Veelal zal men het werktuig niet op het juiste punt kunnen plaatsen waarvan men de Lengte en Breedte wil kennen, zoodat men eene kleine trigonometrische operatie moet volbrengen, om de Lengte en Breedte van de plaats waar zich het werktuig bevindt, tot die van het een of ander kenbare punt overtebrengen. Daartoe wordt echter, nevens het universaal-instrument, niet veel meer dan een paar kettingen en maatstaven gevorderd."

»Wil men de ligging van talrijke punten door sterrekundige waarnemingen bepalen, dan kan men zich zekerlijk met groot voordeel van het overdragen van den tijd door middel van chronometers bedienen. Indien de plaatsen niet al te ver van elkander verwijderd zijn, kan geen middel om haar verschil in Lengte

te bepalen in naauwkeurigheid bij de chronometers vergeleken worden, behalve de buskruid-seinen en vuurpijlen, die echter ook op te groote afstanden hare bruikbaarheid verliezen. Het bepalen van Lengte-verschillen door chronometers eischt ten minste twee geoefende waarnemers, ieder met de noodige werktuigen toegerust, en het groote getal chronometers dat men daartoe behoeft, zoo wel als de noodzakelijkheid om die stukken met groote voorzigtigheid herhaalde malen van de eene plaats naar de andere over te voeren, maakt die bepaling kostbaar. Daar de bepaling der Breedte niet veel tijds vordert, zoude men de volledige bepaling van de ligging veler plaatsen, door de tusschenkomst van chronometers, zeer aanmerkelijk kunnen bespoedigen."

»De bepaling van Lengte-verschillen door buskruid-seinen of vuurpijlen zoude met weinig kosten, en tevens met groot voordeel, kunnen worden aangewend, maar zij eischt twee waarnemers en eenen helper, die de seinen geeft. Bij kleine afstanden zoude een der waarnemers aan beide plaatsen de tijdsbepalingen kunnen volbrengen en de andere geene groote bedrevenheid behoeven te bezitten."

»Indien men éénen sterrekundige overvloediglijk van alles wilde voorzien, wat hij voor de sterrekundige plaatsbepaling in onze overzeesche bezittingen kan behoeven, en hem daarbij tot het volbrengen van kleine geodesische operatiën in staat wilde stellen, zoude men daartoe zekerlijk geene vijf duizend guldens behoeven uittegeven. Bij de absolute plaatsbepaling der voornaamste hoofdpunten, die zeer veel tijds vordert, heeft een sterrekundige volstrekt geene wetenschappelijke hulp van anderen noodig. Worden

hem tijdelijk een paar geschikte zee-officieren toegevoegd, zoo kan hij, met de hulpmiddelen die hij heeft, vele Lengte-verschillen door buskruid-seinen en vuurpijlen bepalen. Stelt men bovendien eenige chronometers der Marine en de noodige vervoermiddelen te zijner beschikking, zoo zal hij ook vele Lengteverschillen door chronometers kunnen bepalen, indien hij een' zijner helpers in het volbrengen van eene zeer juiste tijdsbepaling geoefend zal hebben."

»De absolute Lengte-bepalingen vorderen overeenstemmende waarnemingen in Europa volbragt, zoodat tusschen de waarnemingen en het verkrijgen van hare naauwkeurigste einduitkomsten altijd eenige tijd zal moeten verloopen. Eene benaderde uitkomst kan onmiddellijk verkregen worden."

»Ik acht mij verpligt nog eens op de stichting van een vast observatorium op Java terug te komen, omdat men in de eerste klasse van het Koninklijk Nederlandsch Instituut, voor eenigen tijd, Zijne Excellentie den Minister van Koloniën zulk eene stichting had willen aanraden, en alleen op mijne vertoogen daarvan heeft afgezien. Ik oordeel het van eenig belang dat Zijne Excellentie de Minister kennis drage van de redenen, die mij, in de gegevene omstandigheden, de stichting van een observatorium op Java onraadzaam doen achten. Zij zijn de volgende.

»1°. Komt het mij zonderling en ongepast voor, een vast observatorium in Indië te stichten, terwijl wij in het moederland nog niets bezitten, dat naar een eigenlijk observatorium gelijkt."

»2°. Wij hebben geene regtstreeksche behoefte aan sterrekundige waarnemingen in Indië, buiten de sterrekundige plaatsbepalingen aldaar volbragt. Deze laatste

worden door een vast observatorium volstrekt niet begunstigd en zouden daardoor, wat hare verspreiding en vermenigvuldiging betreft, zelfs belemmerd kunnen worden. Men moet voor plaatsbepalingen slechts kleine draagbare werktuigen aanwenden, die zich ligtelijk laten vervoeren, en, waar men wil, laten opstellen. De waarheid hiervan laat zich door een treffend voorbeeld aantoonen. Van 1727 tot 1800 had Rusland een tiental vrij groote expeditiën uitgezonden, om in dat rijk plaatsbepalingen te volbrengen. Men voerde groote werktuigen met zich, voor wier opstelling bijzondere voorzorgen moesten genomen worden, en na eenen arbeid van 73 jaren, aan welken zeer talrijke sterrekundigen hadden deel genomen, was eerst de ligging van niet meer dan 67 plaatsen bepaald. Met het begin der negentiende eeuw werd den beroemden sterrekundige SCHUBERT opgedragen, om den weg aantewijzen, dien men moest inslaan. SCHUBERT verbande alle vaste sterrewachten en alle groote werktuigen, en bij de eerstvolgende zending, die, in 1804, door een paar officieren, welke hij daartoe had opgeleid, werd ondernomen, had men reeds in drie maanden de ligging van zeven plaatsen bepaald.''

»3°. Indien het Departement van Koloniën eenige geldmiddelen voor sterrekundige waarnemingen in Neêrlands Indië kan beschikbaar stellen, oordeel ik het pligtmatig, dat men met die waarnemingen aanvange, aan welke gewigtige stoffelijke belangen van het moederland verbonden zijn, en die geen eigenlijk observatorium vorderen. Heeft de sterrekunde het hare toegebragt om onze zeevaart in Oost-Indië veiliger te maken, dan eerst komt haar, mijns inziens,

het regt toe, om zich aldaar met bemoeijingen in te laten, die voor alle beschaafde volkeren der aarde hetzelfde gewigt bezitten."

»4°. Zonder eenigermate de bepaling der ligging van plaatsen te bedoelen, zoude men een observatorium in Neêrlands Indië kunnen wenschen, alleen om de sterrekunde te bevorderen. Het bezit van een observatorium tusschen de keerkringen klinkt inderdaad zeer fraai, maar de vraag of wij in de sterrekunde daarvoor zijn rijk geworden, meen ik ontkennend te moeten beantwoorden. Een observatorium op zich zelf beteekent voor de sterrekunde niets. Het verkrijgt zijne waarde alleen door het gebruik dat er van gemaakt wordt, en ik moet herhalen wat ik meermalen heb gezegd, dat ook het prachtigste observatorium, onder een slecht beheer, een land tot schande strekt. Men staat bij ons nog niet op de hoogte om algemeen te begrijpen, wat tot een goed bestuur van een observatorium gevorderd wordt, en zoo lang men niet zeker is dat het in goede handen zal komen, moet ik de stichting van een observatorium ongeraden achten."

Ten slotte heb ik, omtrent de bepaling van de ligging van plaatsen in onze overzeesche bezittingen, nog dit aan te merken, dat, met betrekking tot haar, reeds met geringe hulpmiddelen veel belangrijks volbragt kan worden, terwijl grootere hulpmiddelen, wel niet steeds tot naauwkeurigere, maar zekerlijk tot spoedigere en meer omvattende uitkomsten moeten geleiden. Na de kennis van de hulpmiddelen, welke Zijne Excellentie de Minister, voor dit doel, zal gelieven beschikbaar te stellen, kan eerst een plan ontworpen worden, om van die hulpmiddelen de

meest mogelijke partij te trekken. Gelukkig zal ik mij achten, indien ik tot het beramen van zulk een plan zal mogen medewerken.''

Dit antwoord had het voorregt van bijval te vinden bij hen, op wier aanzoek het geschreven was. Spoedig ontving ik het berigt, dat Zijne Excellentie de Minister besloten had om, in zoo ver als de omstandigheden het veroorloofden, aan mijne voorstellen gevolg te geven, en eene verdere briefwisseling moest strekken vooral om mijne denkbeelden nader te ontwikkelen, omtrent de personen aan wie de sterrekundige plaatsbepaling in Oost-Indië bij voorkeur moest worden opgedragen. Het is mij steeds het meest geschikt voorgekomen, dat die taak aan zee-officieren werd toevertrouwd, die voor haar behoorlijk waren opgeleid. Ofschoon ik in mijne verklaring blijf volharden, dat onze zee-officieren geene zoodanige leiding ontvangen, of in het algemeen ontvangen kunnen, dat elk hunner in staat zoude zijn om de geographische ligging eener plaats, met eene aan den toestand der sterrekunde geëvenredigde juistheid, te bepalen, erken ik gaarne, dat het sommigen geene groote moeijelijkheid zoude baren, om zich de daartoe vereischte kundigheden eigen te maken. Voor de sterrekundige plaatsbepaling van punten op de aarde behoeft men niet de geheele sterrekunde, maar slechts eenen van hare minder uitgebreide takken meester te zijn. Eenige onzer jonge zee-officieren bezitten eene toereikende wiskundige kennis, om in een' korten tijd de wiskundige theorie der werktuigen te kunnen beoefenen, die bij de sterrekundige plaatsbepalingen aangewend worden, en hebben zich eene groote oefening in het gebruik der gewone zeevaartkundige werktuigen ver-

worven. Hetgeen dezen in den regel nog ontbreekt, bestaat in de sterrekundige kennis, die gevorderd wordt voor de berekening der waarnemingen, volbragt met werktuigen die op zee niet kunnen worden aangewend, maar die voor eene juiste plaatsbepaling onmisbaar zijn; in de kennis dier werktuigen zelf, en de handelwijzen, volgens welke zij tot het gewenschte doel kunnen voeren en in de oefening, die het doelmatig gebruik van werktuigen vordert, welke voor eene veel hoogere juistheid dan het gewone spiegel-sextant vatbaar zijn. Een kundig en ijverig zee-officier, met scherpe zintuigen bedeeld, zal niet meer dan een jaar behoeven om zich in alles wat voor de sterrekundige plaatsbepaling gevorderd wordt, behoorlijk in te wijden, indien hem slechts de daartoe noodige hulpmiddelen en teregtwijzingen worden aangeboden, en deze kan iedereen, die de sterrekunde begeert te beoefenen, aan het observatorium te Leiden te zijner beschikking vinden. Eene zoo volledige inwijding is daarbij niet voor allen noodwendig, die aan de sterrekundige plaatsbepaling in Oost-Indië zullen medewerken. De leiding van elke bijzondere onderneming, de zorg voor de moeijelijkste waarnemingen en het beheer der berekeningen, moet noodwendig aan hen worden opgedragen, die de daartoe noodige bekwaamheid bezitten, maar deze kunnen onberekenbare diensten ook door medearbeiders van mindere bekwaamheid ontvangen. Een zee-officier, meer bepaaldelijk met de sterrekundige plaatsbepaling in Oost-Indië belast, en daartoe behoorlijk opgeleid, zoude steeds geschikte helpers kunnen vinden in andere zee-officieren, die hem, voor zoo ver de dienst dit gedoogde, tijdelijk werden toegevoegd. Even zoo

als zee-officieren niet zelden met de opneming van bepaalde vaarwaters, of met andere buitengewone werkzaamheden, belast worden, kon hun ook tijdelijk de deelneming aan de sterrekundige plaatsbepaling in Oost-Indië worden opgedragen, en ook daarbij zoude de meer geoefende den minder geoefenden allengs, voor de hulp die hij verleenen moet, kunnen vormen. Op die wijze zoude de sterrekundige plaatsbepaling in Oost-Indie geen bijzonder personeel en geene uitgave van groote beteekenis vorderen. Er is niet aan te twijfelen dat vele zee-officieren gaarne aan haar zouden willen medewerken, en welligt kunnen, althans in vredestijd, steeds de weinige zee-officieren uit de dienst gemist worden, wier hulp men voor de sterrekundige plaatsbepalingen zoude behoeven.

Na eene korte wisseling van gedachten ontving ik het mondelinge berigt, dat Zijne Excellentie de Minister in mijne voorstellen genoegen nam, en tot de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel had besloten, onder voorwaarde dat ik haar zoude voorbereiden en haar ook in de toekomst mijne hulp zoude verleenen, voor zoo ver zij die behoeven mogt. Zijne Excellentie de Minister wenschte dat de keuze en de bestelling der werktuigen door mij zoude geschieden, onder bepaling dat hunne gezamentlijke prijzen de som van zes duizend guldens niet zouden te boven gaan. Ook in mijn gevoelen omtrent het personeel, aan hetwelk de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel bij voorkeur moest worden opgedragen, werd door Zijne Excellentie den Minister gedeeld, nademaal Zijne Excellentie de verordening maakte, dat twee zee-officieren, die door mij opzette-

lijk daartoe zouden worden opgeleid, meer bepaaldelijk bestemd zouden worden, om zich aan die belangrijke taak te wijden. Toen het eenmaal besloten was dat twee bekwame zee-officieren de hoofdpersonen zouden wezen, aan wie de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel zoude worden toevertrouwd, kon het naauwelijks twijfelachtig zijn, wie in de eerste plaats daartoe in aanmerking komen moest. De Luitenant ter zee de Heer S. H. DE LANGE was sedert eenige jaren, aan het Koninklijk Instituut voor Marine te Medemblik, met het onderwijs in de wis- en zeevaartkunde belast geweest en juist kort te voren op nonactiviteit gesteld. Om aan zijne gewigtige roeping te Medemblik zoo goed mogelijk te kunnen beantwoorden, had hij zich met kracht en ijver op wis- natuur- en sterrekunde toegelegd, en als een blijk daarvan, zich, aan de Hoogeschool te Leiden, met den hoogsten lof, den graad van Candidaat in de wis- en natuurkundige wetenschappen verworven. In het bijzonder had de Heer DE LANGE de sterrekunde beoefend, en jaren achtereen had hij elke zijner vacantiën te Leiden doorgebragt, om zich, onder mijn oog, op het praktische gedeelte dier wetenschap toeteleggen. Voor het volbrengen van sterrekundige waarnemingen had hij steeds eene buitengewone geschiktheid betoond, en van die geschiktheid ook eene openlijke proeve gegeven, door zijn aandeel aan het onderzoek van het draagbare passage-instrument door den Heer E. WENCKEBACH, voor den Heer D^r. ONTYD vervaardigd. (*Konst- en Letterbode* 1844 n°. 49). Van geen' zee-officier was, om die redenen, voor de zending naar den Indischen Archipel, zoo veel als van den Heer S. H. DE LANGE te verwachten en, onder dagteekening van den

26sten September 1849, ontving ik ook het officieele berigt, dat Zijne Excellentie de Minister, in de eerste plaats dien zee-officier eene bestemming voor de sterrekundige zending naar Oost-Indië had gegeven. Eene keuze van een' tweeden zee-officier had voorloopig geene plaats, alleenlijk omdat geen tweede zee-officier kon worden aangewezen, van wiens geschiktheid voor de taak, die hem in Indië zoude wachten, men verzekerd was. Aan het ministerie scheen men in dit opzigt de meeste hoop te vestigen op eenen hoogstverdienstelijken zee-officier, die zich, ook door zijne opnemingen in Oost-Indië, een' grooten en welverdienden naam had verworven, maar die toen uitlandig was. Een' korten tijd daarna, toen echter de Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH reeds van het Ministerie was afgetreden, kwam deze zee-officier in het vaderland terug, doch weldra vernam men met smart, dat hij zijn eervol ontslag uit de zeedienst had verzocht en ontvangen. Latere omstandigheden hebben de verwezenlijking van het oorspronkelijke plan verijdeld, om aan de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel nog een' tweeden zee-officier te verbinden. Wel heeft, na het aftreden van den Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH, nog een tweede zee-officier, uit eigene beweging, den staat zijner nonactiviteit gebruikt, om zich, onder mijne leiding, op de praktische sterrekunde toeteleggen, maar niet met het bepaalde doel om zich eene betrekking bij de sterrekundige zending te verwerven. Deze zee-officier wilde zich in de sterrekunde bekwamen, om ook daardoor zijn vaderland gewigtige diensten te kunnen bewijzen, maar toen ik mij, na eenen omgang van eenige maanden, veel schoons van zijnen aanleg en zijnen ijver kon beloven en over-

tuigd was dat ik mijnen tijd aan hem wel besteedde, werd hij onverwacht met een transportschip naar Oost-Indië gezonden, en eensklaps aan den werkkring ontrukt, aan welken hij zich met hart en ziel had toegewijd.

De Heer S. H. DE LANGE ontving den last om zich te Leiden te vestigen, en aldaar zijn verblijf te houden, zoo lang als dit in het belang van zijne zending noodig geoordeeld zoude worden, en met genoegen aanvaardde ik de mij opgedragene taak, om hem de behulpzame hand te bieden, in de oefeningen, aan welke hij zich nog moest overgeven. Het zal velen zonderling toeschijnen dat de Heer DE LANGE, na zich sedert een' zoo geruimen tijd op de theoretische en praktische sterrekunde te hebben toegelegd, nog nieuwe studiën behoefde, om voor zijne toekomstige taak volkomen berekend te zijn; maar velen schijnt alles gemakkelijk, wat zij zelf niet te volbrengen hebben, terwijl zij zelfs voor het nietigste deel van dat schijnbaar gemakkelijke te kort zouden schieten. Ware de sterrekundige plaatsbepaling eene zoo ligte zaak, men zoude haar niet steeds in onze overzeesche bezittingen hebben nagelaten, en hoezeer de Heer DE LANGE reeds op eene hoogte stond, die hem zoude hebben toegelaten des noods zich zelven te helpen, hij moest zijne zaak volkomen meester zijn, al ware het alleen opdat hij, eenmaal in Oost-Indië gekomen, geen' tijd en geld aan nutteloze proefnemingen zoude verspillen. Het was mijn wensch en ook die van den Heer DE LANGE, dat hij in al de geheimen van den tak der sterrekunde, die op de geographische plaatsbepaling betrekking heeft, volkomen zoude worden ingewijd, opdat hij, onder al de omstandigheden in welke hij geraken kon,

onmiddellijk zoude weten, wat hem te doen zoude staan, en welke middelen hij zoude moeten aanwenden, om, langs den kortsten en zekersten weg, zijn doel te bereiken. De Heer DE LANGE, die in Oost-Indië de vraagbaak voor de geheele onderneming moest worden, moest ook in staat zijn om anderen voor haar opteleiden, en, welke uitbreiding zij mogt ondervinden, haar, ook uit een wetenschappelijk oogpunt beschouwd, op eene voor ons vaderland eervolle wijze te besturen. Daartoe moest de Heer DE LANGE eene menigte, veelal uitgebreide verhandelingen, die ginds en herwaarts verspreid voorkomen, niet alleen beoefenen, maar ook grootendeels afschrijven, om, als zijn geheugen hem begeven mogt, zijne wegwijzers in zijne papieren terug te kunnen vinden. De omvang en de noodzakelijkheid van dien arbeid zal uit het volgende hoofdstuk blijken, en met dien arbeid moesten nog zoo vele waarnemingen en berekeningen verbonden worden, dat de Heer DE LANGE waarlijk geen rustig leven te Leiden was te gemoet gegaan. Terwijl de Heer DE LANGE met lust en moed de vrij omslagtige werkzaamheden aanvaardde, die hem door mij waren aanbevolen, hield ik mij bezig met eene nadere overweging van de methoden voor de sterrekundige plaatsbepaling, die in den Indischen Archipel de spoedigste en zekerste uitkomsten beloofden, en van welke de keus der werktuigen, die voor de zending zouden worden aangeschaft, grootendeels moest afhangen. Die keuze was spoedig gevestigd, en weldra werden onderhandelingen, over de benoodigde werktuigen, met de voornaamste kunstenaars van het binnen- en buitenland aangeknoopt. Ik had het genoegen, dat ook de beroemdste kunstenaars van Europa zich met mijne aan-

zoeken zeer vereerd betoonden, en bereidwillig waren om al mijne wenschen te vervullen. Reeds na de eerste onderhandelingen mogt ik het gunstigste verwachten, omtrent de werktuigen met welke de zending naar Oost-Indië zoude worden toegerust, en in weinige weken was alles, tot op de eindelijke bestelling der werktuigen voorbereid. Tot die bestelling meende ik echter niet te kunnen overgaan, daar de Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH inmiddels van zijne beide Ministeriën was afgetreden, en ik, in officieelen vorm, tot niets anders, dan de opleiding van den Heer DE LANGE was uitgenoodigd. Deze omstandigheden maakten het zelfs zeer onzeker, of aan de Oost-Indische zending verder eenig gevolg zoude worden gegeven, maar spoedig bleek het mij, dat althans de nieuwe Minister van Koloniën willens was haar te handhaven. Bij een schrijven van den 29sten November 1849, gaf Zijne Excellentie mij den stelligen wensch te kennen, dat ik mij met de voorbereiding en wetenschappelijke leiding der sterrekundige plaatsbepaling in Oost-Indië zoude blijven belasten, dat de bestelling der werktuigen, ofschoon die nu geheel was voorbereid, door mij zelven zoude geschieden, en dat ik slechts de eenmaal vastgestelde som van zes duizend guldens niet zoude overschrijden. Met de mildste onbekrompenheid werd wijders alles aan mij overgelaten, en nu de noodige volmagt was ontvangen, werden onmiddellijk brieven, ter bestelling van de reeds besprokene werktuigen, naar Londen, Hamburg, Berlijn, München, Amsterdam en 's Gravenhage afgezonden.

De groote verscheidenheid der sterrekundige werktuigen, de verbetering die zij gestadig ondergaan, en de zorg die aan hunne vervaardiging besteed moet

worden, brengen te weeg dat zij zelfs aan de grootste werkplaatsen der beroemdste kunstenaars nimmer in voorraad aanwezig zijn, en altijd na de bestelling vervaardigd moeten worden. Die vervaardiging kost altijd maanden bij kleine, en jaren bij groote sterrekundige werktuigen, en ofschoon, zoo als gewoonlijk, de bestelde werktuigen later dan naar de afspraak werden afgeleverd, moet ik toch erkennen dat ik, in den tijd der aflevering, zeer gelukkig was. Sterrekundige uurwerken en althans de zoogenoemde chronometers, tusschen welke aan dezelfde werkplaats naauwelijks eenige verscheidenheid bestaat, maken eene uitzondering op den algemeenen regel, en zijn, bij hunnen meest beroemden maker, steeds in voorraad te vinden. Twee chronometers van DENT waren dan ook de eerste werktuigen voor de Oost-Indische zending, die te Leiden, hunne voorloopige verzamelplaats, aankwamen, werwaarts zij in het midden van de maand Februarij 1850 waren afgezonden. In het begin der maand Junij volgden de voornaamste werktuigen uit München, Berlijn en Amsterdam, maar eerst op een' der allerlaatste dagen van de maand Augustus ontvingen wij het meest merkwaardige werktuig, dat door de Gebroeders REPSOLD te Hamburg was vervaardigd geworden. Ik had zeer gewenscht dat de Heer DE LANGE elk der werktuigen, voor de sterrekundige plaatsbepaling in Oost-Indië bestemd, onder mijn oog, had kunnen onderzoeken, beoefenen en zich volkomen eigen maken, en dat hij, met die werktuigen, onder mijne medewerking, al die methoden in uitvoering had gebragt, welke ik hem voor Oost-Indië in het bijzonder had aanbevolen. Er hadden echter omstandigheden plaats, die mijne wenschen verijdelden, en mij dwongen van mijn

vroeger voornemen aftezien. Een werktuig, als dat van REPSOLD, is het uitvloeisel van eene veeljarige studie der beroemdste sterrekundigen en kunstenaars, en is door zijne nieuwheid nergens beschreven of afgebeeld. Zulk een werktuig heeft talrijke bijzondere eigenschappen en eischt talrijke bijzondere voorzorgen, die niet zoo ligtelijk in het oog vallen, tenzij men eene veeljarige oefening in de behandeling van soortgelijke werktuigen heeft verkregen. Indien de Heer DE LANGE, met dat werktuig, onder mijn oog had willen volbrengen, wat ik, wel niet volstrekt noodzakelijk, maar toch hoogst wenschelijk achtte, had hij zijne afreize tot in het voorjaar van het jaar 1851 moeten uitstellen, maar reeds in de eerste dagen van het jaar 1850, toen nog geen enkel der bestelde werktuigen was aangekomen, zag ik mij verpligt hem den raad te geven, om zich bij het allernoodzakelijkste te bepalen, en zich zoo spoedig mogelijk voor zijne afreize gereed te verklaren. Een werktuig van PISTOR en MARTINS te Berlijn, van denzelfden aard als dat van REPSOLD, en van hetwelk geen evenbeeld op het observatorium te Leiden bestaat, moest volstrekt, onder mijn oog, door den Heer DE LANGE beoefend worden. Het was te voorzien dat dit werktuig niet voor de maand Junij te Leiden zoude aankomen, en daarom werd al zeer vroegtijdig de afreize van den Heer DE LANGE tegen het einde der maand Augustus of het begin der maand September vastgesteld, en alles daarnaar ingerigt. De onzekerheid zijner toekomst, met welke ik mij niet kon of wilde inlaten, en een onverwachte tegenstand dien de zending ondervond, ontnamen den Heer DE LANGE gedurende een' geruimen tijd de rust, die hij voor zijnen arbeid behoefde, en het bleek ook hier, dat niet al-

tijd de uitwerking verdwijnt, als de oorzaak is weggenomen. Ik achtte mij onbevoegd om mij eenigermate met de aandeelen in te laten, die de Departementen van Marine en Koloniën aan de zending zouden nemen, en wilde mij ook met niets anders bezig houden, dan met de zuivere wetenschappelijke hulp, die men van mij begeerde en misschien ook behoefde, doch ten laatste vernam ik, dat het Departement van Koloniën de geheele zending voor zijne rekening genomen had. De Heer DE LANGE is, na zijn ontslag uit de zeedienst verzocht en verkregen te hebben, als ambtenaar bij het Departement van Koloniën, onder den titel van *Geographisch Ingenieur*, naar Oost-Indië vertrokken. Hij meende in den, reeds lang vooruit bepaalden, tijd van zijn vertrek geene verandering te kunnen brengen, en dit deed mij eenig leed, omdat ik niet gerekend had op de onrust en de drukten, waarin iemand noodwendig moet verkeeren, die eerlang, voor een' onbepaalden tijd, met vrouw en kinderen naar Oost-Indië zal vertrekken en ouders, bloedverwanten en vrienden zal verlaten, om welligt geen van allen en zekerlijk velen van hen nimmer weder te zien. Het schip Europa zoude den Heer DE LANGE overvoeren, en in de eerste dagen van September de haven van Rotterdam verlaten. Naauwelijks waren een paar dagen sedert de aankomst van het werktuig van REPSOLD verloopen, toen de overige werktuigen werden ingepakt, in blikken kisten luchtdigt toegesloten, en naar Rotterdam overgevoerd. Spoedig moest ook de Heer DE LANGE zich, met de zijnen, aan boord begeven, maar het duurde tot in het midden van October, eer het schip uit de haven van Hellevoetsluis de volle zee kon kiezen.

Ik acht mij volstrekt niet geroepen om mij nader te verklaren over de omstandigheden die, buiten mijn toedoen en onafhankelijk van mijnen wil, aan het oorspronkelijke plan der sterrekundige zending naar Oost-Indië eene wijziging hebben toegebragt, maar ik vermeen het toch niet te moeten verzwijgen, dat zij uit een' gemoedelijken twijfel aan het nut dier zending zijn voortgevloeid. Ik eerbiedig gaarne het gevoelen van anderen, en vooral het gevoelen van mannen, aan wie het vaderland eene duurzame verpligting heeft, maar ik meen ook lang genoeg in mijn studie-vak geleefd en gewerkt te hebben, om daarin een eigen gevoelen te mogen bezitten en te kunnen worden aangehoord, als ik daarin een eigen gevoelen heb voortedragen. Hoezeer ook allen eerbiedigende wie ik eerbied verschuldigd ben, vermeen ik toch, dat geen opzien tegen een gezag mij het zwijgen mag opleggen, als het algemeene belang mij gebiedt te spreken, en ik wil daarom niet nalaten, aan het slot van dit geschiedverhaal, mijn bijzonder gevoelen mede te deelen, omtrent de voornaamste geschilpunten, uitgelokt door de zending naar Oost-Indië, welke hoofdzakelijk op de inlichtingen, die men van mij verlangde, ondernomen is. Ver van de dwaze begeerte dat mijne uitspraak voor onfeilbaar worde gehouden, wensch ik niets meer, dan dat ik bereidwillig worde aangehoord, en dat geen vooroordeel tegen de wetenschap mijn gevoelen zonder onderzoek verwerpe.

De verklaring is mij ten kwade geduid, dat onze zee-officieren, om voor de sterrekundige plaatsbepaling geheel berekend te zijn, nog eene andere opleiding behoeven, dan die zij in hunne jeugd ontvingen.

Geen der zee-officieren, die met mij het observatorium te Leiden bezochten, en aldaar eenige kennis namen van de hulpmiddelen en handelwijzen, door welke de reizende sterrekundigen de Lengte en Breedte van plaatsen op de aarde bepalen, zal echter een oogenblik aarzelen om mijne uitspraak ten volle te beamen. Geen zee-officier heeft mij ook ooit verlaten, zonder zich verwonderd te betoonen, over hetgeen hem gebleken was tot zijn vak te behooren, maar waarvan hij vroeger niets vernomen had, en hoezeer dit zonderling moge schijnen, noch de zee-officieren, noch hunne onderwijzers verdienen daarover eenige beschuldiging. Onze jongere zee-officieren hebben, als adelborsten, een' vierjarigen cursus op het Instituut te Medemblik genoten. Dit is een tijdvak gedurende hetwelk veel geleerd kan worden en ook werkelijk veel geleerd wordt, maar het is niettemin zeer kort, in vergelijking van de jaren, die anderen aan hunne studiën en hare voorbereidingen wijden moeten. Dit mag te minder uit het oog worden verloren, daar welligt geen stand in de maatschappij bestaat, door welken eene zoo veelzijdige kennis en eene zoo volledige ontwikkeling der vermogens, beide van het ligchaam en den geest, wordt gevorderd, als door dien van zee-officier. De adelborsten verlieten het Instituut veelal in hun achttiende of negentiende levensjaar, en alzoo op eenen leeftijd, waarop men anders eerst begint zich op zijn eigenlijke studie-vak toeteleggen, een leeftijd waarop men eerst begint optehouden met bij het woord des meesters te zweren, waarop men eerst begint als zelfdenkend wezen te onderzoeken, bewustzijn van het aangeleerde te verkrijgen, en eene onderscheiding tusschen kennen

en weten te maken. Ik erken gaarne de noodzakelijkheid, dat een toekomstig zee-officier zoo vroegtijdig mogelijk naar zee worde gezonden, maar ik moet het afkeuren dat hij, in zijne verdere zuiver wetenschappelijke ontwikkeling, van alle hulp en leiding verstoken blijve, en gedurende zijn geheele leven op de wetenschappelijke kennis tere, die hij zich in zijne prilste jeugd verworven heeft. Ik wil alleen over de sterrekunde oordeelen, in wier miskenning alleen mijne bezwaren gelegen zijn, en blijf ik volharden in mijne verklaring, dat onze zee-officieren de kundigheden niet bezitten, die de sterrekundige plaatsbepaling vordert, zoo herhaal ik tevens, dat niet alle zee-officieren die kundigheden behoeven, en dat zij ook niet van allen te vergen zijn. Al onze zee-officieren hebben, uit de boeken over stuurmanskunst, geleerd hoe de Lengte en Breedte op zee bepaald kan worden, maar men moet al zeer weinig kennis van de sterrekunde bezitten, om zich te kunnen verbeelden, dat men daarmede aan den wal kan volstaan. Op zee, waar het gewoonlijk heden onverschillig is, aan welk punt van den aardbol het schip zich gisteren bevond, is het meestal onnoodig naar de hoogst mogelijke naauwkeurigheid te streven, en als die daar gevorderd wordt, vindt zij spoedig hare grenzen in de bewegelijkheid van den bodem, die het gebruik van de meest doelmatige hulpmiddelen en handelwijzen verbiedt. De boeken over stuurmanskunst leeren niet hoe, aan den vasten wal, eene sterrekundige plaatsbepaling verkregen wordt, met eene naauwkeurigheid zoo groot, als de vervaardiging van volkomene zee-kaarten dit vordert, en met eene zekerheid, op welke men zich ten allen tijde verlaten kan. Dit eischt,

gelijk dit uit het volgende hoofdstuk nader zal blijken, eene opzettelijke studie, van ten minste een' even zoo grooten omvang, als de geheele stuurmanskunst, die door de zeelieden gewoonlijk wordt aangeleerd. Dit eischt daarenboven eene bedrevenheid in de kunst van waarnemen, voor welke de zeelieden, in het algemeen, de noodige oefening niet bezitten. Dit eischt een oordeel, een geduld en eenen toeleg, die men, in den regel, bij achttien- of negentienjarige jongelingen niet kan verwachten. De weinige zee-officieren, die men voor de sterrekundige plaatsbepaling behoeft, zullen zich daarom steeds aan bijzondere studiën moeten overgeven, die vrij wat meer zorgen eischen dan men zich gewoonlijk verbeeldt, en in welke zij het best in rijpere levensjaren zullen worden opgeleid.

De hoop dat de sterrekunde daardoor, langs den natuurlijksten weg, aan onze zeevaart dienstbaar gemaakt zoude worden, heeft mij herhaaldelijk den wensch doen ontboezemen, dat eenige zee-officieren, en vooral diegene onder hen, welke met sterrekundige plaatsbepalingen belast zullen worden, voor hunne oefeningen in de praktische sterrekunde van de gelegenheid gebruik mogten maken, die hun daartoe te Leiden wordt aangeboden. Ik begrijp het niet aan welke andere beweegredenen, dan aan de zucht om nuttig te zijn, deze wensch kon worden toegeschreven, want men zal toch wel willen gelooven, dat ik niet naar tijdverdrijf behoef te zoeken, en dat de opleiding van zee-officieren, voor mij zelven, tot niets kan strekken, dan tot eene vermeerdering van mijne, buitendien reeds niet geringe, levenslasten. Misschien houdt men het voor zeer verwaand, dat ik mijzelven eene grootere bedrevenheid in de sterrekunde dan

de gewone zee-officieren toeken, maar de zeer weinige zee-officieren die mij, om den wil der wetenschap, hebben gezocht, zullen toch gaarne erkennen, dat er bij mij nog wel iets voor hen te leeren viel. Deze hebben het ondervonden en kunnen het getuigen, dat de sterrekundige plaatsbepaling waarlijk geen arbeid is voor jongelingsjaren, en dat de zee-officieren de voor haar noodige kundigheden niet instinctmatig van de natuur ontvangen. Elders heeft men dit ook anders dan in ons vaderland begrepen, zoo als ook nog heden ten dage, de helpers van het groote observatorium op den Pulkowa bij St. Petersburg, grootendeels uit officieren van land- en zeemagt bestaan, die derwaarts, voor eenen tijd, gezonden worden, om zich in de praktische sterrekunde te oefenen, en die oefeningen tevens tot welzijn der wetenschap te doen medewerken. In hoe ver het noodig is, dat sommige onzer zee-officieren eenige opleiding in de praktische sterrekunde ontvangen, ziet men het best in den *Zeemansgids* van den Baron MELVILL VAN CARNBÉE aangewezen, waarin met vlijt alles is bijeen verzameld wat tot heden, voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel, is volbragt geworden. Men moet verwonderd zijn over de schoone gevolgen, met welke sommige zee-officieren de handelwijzen der zeelieden op het vaste land hebben aangewend, en terwijl zij zelf de door hen verkregene uitkomsten voor onvoldoende verklaren, ziet men ten duidelijkste, dat hun niets ontbrak dan de kennis van de hulpmiddelen en handelwijzen, van welke de sterrekundigen zich in dezelfde omstandigheden bediend zouden hebben.

In mijne verklaring, dat eene sterrekundige plaats-

bepaling van de hoofdpunten in Oost-Indië, door hen volbragt die daartoe opzettelijk zijn opgeleid, nuttig en wenschelijk is voor de verbetering onzer zeekaarten, heeft men eene miskenning meenen te zien van de verdiensten der zee-officieren, die zich met de verbetering dier kaarten hebben bezig gehouden. Niets voorzeker zoude zoo onredelijk en ondankbaar zijn als de verdiensten te miskennen van vele zee-officieren, die hun leven waagden en hunne gezondheid opofferden, om de hydrographie van Neêrlands Indië te volmaken, en de treffendste voorbeelden van bekwaamheid, ijver en volharding hebben gegeven. Ik erken, met een gevoel van bewondering en dankbaarheid, dat, door de opnemingen onzer zee-officieren, vele vaarwateren in den Indischen Archipel volkomen veilig zijn geworden, die, zonder hunne bemoeijing, of onveilig of volstrekt onbevaarbaar zouden zijn gebleven. Onze kennis van den Indischen Archipel zoude ongetwijfeld nog grooter zijn, indien van alle onderzoekingen en mededeelingen onzer zee-officieren volkomen ware partij getrokken, maar dit bewijst niet dat de zeevaart niet nog andere onderzoekingen behoeft, dan die aan welke de zee-officieren zich konden overgeven. Eene naauwkeurige kaart van een bepaald vaarwater is onontbeerlijk, als men zich eenmaal in dat vaarwater bevindt, maar zij baat niet, zoo lang als men nog in dat vaarwater komen moet. Dan moet men de plaatsen op de oppervlakte der aarde kennen, waar dat vaarwater, met zijne toegangen, gelegen is, en deze kennis kan men niet zonder de tusschenkomst der sterrekunde verkrijgen. De werkzaamheden onzer zeelieden bestonden in zeer talrijke gedeeltelijke opnemingen, met kennis en met een'

stalen ijver volbragt, maar wier verbinding tot één geheel, of wegens de bestaande gapingen onmogelijk was, of waar zij kon plaats hebben, eene opéénstapeling van kleine fouten moest te weeg brengen, die ten laatste tot een zeer aanzienlijk bedrag kon en moest opklimmen. Die opnemingen bewijzen dan eerst hunne diensten ten volle, als door de sterrekunde is bepaald, aan welk deel van de oppervlakte der aarde zij hebben plaats gehad. Hare aanéénschakeling is dan eerst volkomen veilig, als de juiste kennis van de ligging der hoofdpunten daarbij eene opéénstapeling van kleine fouten onmogelijk maakt. Dat het, voor de zamenstelling dier opnemingen, nog steeds aan eene behoorlijke kennis van de ligging der hoofdpunten ontbreekt, is ook de uitspraak van den hoogst verdienstelijken zee-officier, die mij het eerst in naam van den Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH raadpleegde, die zich, boven anderen, aan de hydrographie van Neêrlands-Indië heeft toegewijd en zich, zoo door de volledigheid en volkomenheid zijner ondernemingen, als door de ontdekking van meer dan één belangrijk vaarwater, eenen duurzamen naam verworven heeft. Aan zijne bemoeijingen en aan die van velen zijner mede-officieren hebben zeer zekerlijk vele zeelieden, zonder het zelf te weten, het behoud van hun leven te danken, maar ik kan er niet aan twijfelen dat hij de eerste zal zijn om mij toetestemmen, dat de verwaarloozing der sterrekundige plaatsbepaling, nog heden ten dage, schipbreuken in den Indischen Archipel ten gevolge heeft.

De wereldberoemde sterrekundige LALANDE begaf zich, op het einde der verledene eeuw, naar de Nederlanden, met het doel om de regering van dat ge-

west, omtrent de noodzakelijkheid van eene invoering der sterrekunde in zijne zeevaart, in te lichten, maar dertig jaren later moest hij openlijk de verklaring afleggen, dat de Nederlandsche regering, in weerwil van hare toenmalige beloften, de sterrekunde steeds op eene onverantwoordelijke wijze was blijven verwaarloozen. Met het volste regt kon dan ook de Baron VON ZACH, in het begin van deze eeuw, den Nederlanders, op scherpen toon, verwijten, dat zij, bij al hunne pogingen om hunne zeekaarten te verbeteren, die, wegens de verwaarloozing der sterrekundige plaatsbepaling, veelal in het geheel niet gradueren konden, en dat zij het alzoo geheel onbeslist moesten laten, waar en hoe men de vaarwaters moest zoeken, die zij met zorg hadden opgenomen. Na dien tijd is op openbaar gezag niets geschied om in dit gebrek te voorzien, en hetzelfde zonderlinge schouwspel, aan hetwelk VON ZACH, en andere beroemde vreemdelingen met hem, zich ergerden, zoude zich nog in onze dagen vertoonen, waren niet de vrijwillige en hoogstverdienstelijke pogingen van zee-officieren tusschen beide getreden, om de grootste onzekerheden uit den weg te ruimen. De ondervinding zelve moest ten laatste de waarheid doen gevoelen van de uitspraak eens beroemden mans, »dass nur durch Astronomie zu richtigen geographischen Kenntnissen gelangt werden kann, »und dass es ein lächerlicher und schädlicher Wahn »ist, wenn astronomische Ortsbestimmungen für Nebensache bey der Geographie eines Landes gehalten »werden." De zee-officieren hebben niet zelden volbragt, wat hun hunne omstandigheden en hulpmiddelen veroorloofden, maar die omstandigheden waren steeds voor eene juiste sterrekundige plaatsbepaling ongeschikt,

die hulpmiddelen waren daartoe steeds ontoereikend. Wil men, op mijne verklaring, niet aannemen dat de tegenwoordige slotsom van hunne bemoeijingen ver verwijderd is van in de bestaande behoefte te voorzien, zoo verneme men wat onlangs daaromtrent is in het midden gebragt, door eenen vreemdeling, wien men toch veelal liever dan eenen landgenoot gehoor verleent. De Heer LOUIS HALPHEN, *Ingenieur Hydrographe* van de Fransche Marine, heeft, op het einde des jaars 1849, een stukje in het licht gegeven, onder den titel: *Coup d'oeil sur les travaux hydrographiques des Hollandais à Java.* In dat stukje zijn de verdiensten der Nederlanders, omtrent de hydrographie van den Indischen Archipel, zoo naauwkeurig beschreven, dat men zich daarover zoude verwonderen, indien de *Zeemans-Gids* van den Baron MELVILL VAN CARNBÉE, niet ook den Heer HALPHEN ten gids had kunnen strekken. De Heer HALPHEN echter, terwijl hij Nederland volkomen regt liet wedervaren, heeft aan zijne mededeelingen eene korte beoordeeling van het door Nederland in den Indischen Archipel verrigte, toegevoegd, in welke ook de volgende aanmerkingen worden aangetroffen. »Les positions géographiques n'ont encore »rien de bien exact. Elles figurent sur les cartes Hol»landaises, d'àprès les observations chronométriques »des navigateurs. Celle de Batavia, le centre même de »la colonie, est encore en discussion. Le gouverne»ment hollandais a négligé jusqu'à ce jour d'y établir »un observatoire régulier. Les observatoires les plus »voisins dans cette partie du globe en sont à des dis»tances énormes. Si Batavia possédait un observatoire, »ce serait le point de repère de tous les lèvés de l'Ar»chipel. Un travail trigonométrique sérieux embras-

»serait alors facilement l'ensemble des îles. Jusqu'à ce »jour, les travaux hydrographiques n'ont pas été diri- »gés avec une vue d'ensemble. Rien ne se rattache, »les travaux sont isolés...... En résumé, l'hydro- »graphie hollandaise dans les Indes ne s'est pas encore »organisée sur un pied définitif." Het blijkt uit de woorden van den Heer HALPHEN ten duidelijkste, dat, ook naar zijne meening, aan de Hydrographie van den Indischen Archipel nog steeds de hoofdzaak, bestaande in de sterrekundige plaatsbepaling, ontbreekt. De Heer HALPHEN kleeft nog het verouderde gevoelen aan, dat daartoe een vast observatorium gevorderd wordt, maar er zijn voorbeelden genoeg voorhanden, ten betooge, dat men dit niet behoeft. Naar mate men meer begeert, heeft men minder kans om zijne wenschen vervuld te zien en hier, waar het reeds veel was, indien slechts een begin werd gemaakt aan eenen arbeid, die sedert een paar eeuwen is verwaarloosd geworden, moest men zijne eischen zoo laag mogelijk stellen

Na deze beschouwingen zal het, zoo ik hoop en vertrouw, niemand meer bevreemden, dat de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel, door mij, als eene voor onze zeevaart hoogst gewigtige onderneming is voorgesteld, toen ik geroepen werd om over haar mijn gevoelen uit te spreken. Het zal, zoo ik hoop en vertrouw, niemand meer bevreemden, dat zij door Zijne Excellentie den Minister Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH werd verordend, en door Zijne Excellentie den tegenwoordigen Minister van Koloniën, den Heer PAHUD, werd gehandhaafd. Aan beide die Heeren worde de hulde en de dankbaarheid bewezen, aan elken hooggeplaatsten staatsman verschuldigd, die,

vrij van alle vooroordeel, vrij van alle bekrompenheid, met ernst en ijver de belangen van zijn vaderland behartigt. Aan beide die Heeren moet ik mijn' bijzonderen dank toebrengen, voor het onbepaalde vertrouwen met hetwelk zij mij wilden vereeren, en door hetwelk zij mij vergunden, in de voorbereiding en wetenschappelijke leiding der zending, geheel en al mijn' eigenen weg te betreden. Ik heb mij beijverd om aan het in mij gestelde vertrouwen te beantwoorden, en betreur het slechts, dat ik de uitvoering van den arbeid, dien ik hier slechts kan voorbereiden en wien ik gaarne ook in de toekomst mijne hulp zal verleenen, aan anderen moet overlaten. Indien de genomen maatregel, gelijk ik wensch en verwacht, voor onze zeevaart en Koloniën eenmaal rijke vruchten zal dragen, zoo worde ook niet vergeten, dat de Heeren E. B. VAN DEN BOSCH (*) en C. F. PAHUD

(*) Toen dit stuk reeds geheel was voltooid maar nog niet kon worden ter perse gelegd, ontving ik eenen brief van den Heer DE LANGE, onder dagteekening van den 26sten Januarij 1851, zijne gelukkige aankomst te Batavia vermeldende. Die brief bragt mij de groete van den Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH, maar, tot mijne grievende smart, met de treurige voorspelling, dat zij de laatste groete van den edelen vlootvoogd wezen zoude, nademaal een hevige aanval van eene ongesteldheid, die hem sedert lang had bezwaard, op eene ernstige wijze zijn leven bedreigde. Maar al te spoedig daarna is de treurmare door ons vaderland verbreid, dat de Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH, door den dood, aan zijne talrijke vereerders en, als Kommandant van 's lands zeemagt in Oost-Indië, aan zijn' gewigtigen werkkring was ontrukt geworden. Mijne bemoeijing met de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel heeft mij het groote voorregt eener persoonlijke kennismaking met den Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH geschonken. Hij heeft mij niet slechts met zijn vertrouwen, maar ook met zijne vriendschap willen vereeren, en door zijnen dood is mij een van hen ontvallen, op wier genegenheid ik den hoogsten prijs moest stellen. Ik geef dit verslag, zonder verandering, zoodanig als ik het geschreven heb, toen ik veronderstelde dat het eenmaal in de handen van den Vice-Admi-

de eerste onzer Ministers waren, welke zijn hooge gewigt hebben ingezien, en die erkenden, hetgeen LALANDE en anderen na hem onzen regerings-leden vruchteloos trachtten te verklaren, dat de sterrekunde en de zeevaart ten naauwste aan elkander verbonden zijn.

---

raal VAN DEN BOSCH zoude komen, maar nu de dood mij tegen alle verdenking van vleijerij waarborgt, kan of wil ik den diepen eerbied niet verzwijgen, welken ik den overledenen heb toegedragen. Ik heb de gelegenheid gehad om den Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH als Minister en als vlootvoogd te leeren kennen, en ik schroom niet de verklaring afteleggen, dat ik zulk een' man, in zulke betrekkingen geplaatst, als eene wezenlijke weldaad voor ons vaderland beschouwde. De Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH was goedhartig zonder zwakheid, bekwaam zonder aanmatiging en daarbij edelmoedig en regtvaardig. Het belang van het vaderland gold bij hem boven alles. Daarvoor heeft hij herhaaldelijk zich zelven verloochend, daaraan bragt hij herhaaldelijk zijne eigene wenschen ten offer. Nederig bij den rijkdom zijner ervaring, overwoog hij elke welgemeende raadgeving, zonder acht te slaan op den rang van hem van wien zij herkomstig was. Naauwgezet in de vervulling zijner pligten, was de magt, hem in zijne hooge betrekkingen verleend, voor hem slechts een middel om het algemeene welzijn te bevorderen, en waar dit algemeene welzijn het medebragt, heeft hij zelfs vroeger ondervondene beleedigingen met weldaden vergolden. Het goede door den Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH gesticht zal bij velen in zegenend aandenken blijven, en voor het vaderland nog langen tijd rijke vruchten dragen. Ook voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel was van zijn kommandement alles te hopen, en zekerlijk zoude zij door zijnen dood te veel hebben verloren, indien de hoogste gezagvoerders in Neêrlands Indië haar niet hadden toegejuicht en in hunne vermogende bescherming genomen. Hoogachting voor den Vice-Admiraal VAN DEN BOSCH moge ook deze vrucht van zijn kortstondig Ministerie in waarde doen houden, en reeds in zich zelve toereikend zijn, om haar, in zijnen opvolger, een' ijverigen voorstander te doen vinden.

TWEEDE HOOFDSTUK.

DE WETENSCHAPPELIJKE EISCHEN VAN DE STERREKUNDIGE PLAATSBEPALING IN DEN INDISCHEN ARCHIPEL, EN DE HANDELWIJZEN, DIE ALDAAR DE VOORKEUR VERDIENEN.

Indien men bij de sterrekundige plaatsbepaling aan den vasten wal volstaan kon met de hulpmiddelen en handelwijzen, in de werken over stuurmanskunst aangewezen, zoo zoude de zending naar Oost-Indië zeer weinig studie vorderen, om aan haar doel te kunnen beantwoorden. Dit is echter, gelijk ik reeds heb aangemerkt, geenszins het geval, en de sterrekundige plaatsbepaling, met eene naauwkeurigheid zoo groot als die voor het ontwerpen van volkomene land- en zeekaarten gevorderd wordt, eischt eene mate van kundigheden, van welke de zeelieden zich, in den regel, geen denkbeeld kunnen vormen. De werken over stuurmanskunst vermelden alleen de ruwere handelwijzen voor de bepaling van Lengte en Breedte, met welke men zich in de volle zee gewoonlijk te vreden kan stellen, en veelal geven zij zelfs niet de teregtwijzingen, die men behoeft, om op zee eene naauwkeurigheid te bereiken, zoo groot als die daar bereikt kan worden, en in sommige gevallen noodza-

kelijk kan wezen. De naauwkeurigste bepalingen, die op zee volbragt kunnen worden, zijn ruw in vergelijking van die, tot welke men aan den vasten wal, reeds met kleine werktuigen, zonder een eigenlijk observatorium, wordt in staat gesteld, en indien de werken over stuurmanskunst al gewagen van de handelwijzen, die men aan den vasten wal moet volgen, zoo schetsen zij gewoonlijk alleen ten vlugtigste het beginsel, waarop die handelwijzen rusten, zonder eenigermate de zwarigheden te vermelden, op welke men bij hare toepassing noodwendig stuiten moet, zonder eenigermate de hulpmiddelen te verklaren, door welke alleen de grootheden kunnen worden verkregen, op wier juiste kennis de geheele handelwijze berust. Ik heb het doelmatig geoordeeld in dit verslag de boekwerken te vermelden, in welke men, althans de onontbeerlijkste, teregtwijzingen vinden kan, en hoop dat het daardoor ook ten wegwijzer zal kunnen strekken voor hen, die zich, door eigene studie, met de eischen eener juiste sterrekundige plaatsbepaling gemeenzaam willen maken.

Terwijl ons de werken over stuurmanskunst begeven, als wij omtrent de sterrekundige plaatsbepaling aan den vasten wal wenschen te worden ingelicht, zouden wij alle hulp, die wij kunnen begeeren, van de werken verwachten, aan de praktische sterrekunde toegewijd, maar ook in die verwachting bitterlijk worden teleurgesteld. Welligt is geen vak van wetenschap zoo arm in eigenlijke studie-boeken als de praktische sterrekunde, en die armoede is zoo groot, dat zelfs in het aanzienlijk tijdvak van twee-en-vijftig jaren geen enkel leerboek is verschenen, over den bijzonderen en gewigtigen tak der praktische sterrekunde,

die op de bepaling der geographische ligging van plaatsen betrekking heeft. In het jaar 1795 verscheen het beroemde werk van BOHNENBERGER: *Anleitung zur geographischen Ortsbestimmung, vorzüglich vermittelst des spiegelsextanten, Göttingen, bei* VANDENHÖK *und* RUPRECHT, dat gedurende een' zeer geruimen tijd zijne gewigtige diensten heeft bewezen, waaruit men nog heden ten dage veel kan leeren, maar dat zekerlijk al eene zeer ongunstige getuigenis voor den vooruitgang der sterrekunde zoude afleggen, indien het op de hoogte stond van den tegenwoordigen toestand dier wetenschap. Het eerste werk over praktische sterrekunde, dat daarna verscheen, was: *An introduction to Practical Astronomy, etc. by the Rev.* W. PEARSON, *London* 1824 *and* 1829, bestaande uit twee dikke boekdeelen in quarto, benevens een deel met enkel platen. De eene helft van dit werk bevat enkel tafels, de andere helft de beschrijving van eene menigte, meerendeels Engelsche, sterrekundige werktuigen. Onder deze laatste bevindt zich een groot getal mikrometers, die weinig of niets voor de sterrekunde beloven en naauwelijks een enkel der werktuigen, welke thans voor de sterrekundige plaatsbepaling worden aangewend, en waar een werktuig wordt beschreven en afgebeeld, ontbreekt het daar nog veelal aan de theoretische en praktische bespiegelingen, door welke zijn meest doelmatig gebruik en het bereiken van zijn einddoel moest worden aangewezen. Hoezeer de koninklijke sterrekundige Maatschappij te Londen dit groote en kostbare werk met hare gouden medaille heeft vereerd, heeft het welligt slechts een' geringen invloed op den voortgang der praktische sterrekunde uitgeoefend, en geeft het althans verre weg niet dat-

gene, wat men voor de sterrekundige plaatsbepaling noodig heeft. De *Practische Astronomie von* G. A. JAHN, *Berlin* 1834, *im Verlag von* G. REIMER bevat, in een overdreven kort bestek, een overzigt over het geheele gebied dier wetenschap; men vindt daarin vele uittreksels uit hoogstbelangrijke sterrekundige verhandelingen, talrijke beschrijvingen en afbeeldigen van sterrekundige werktuigen, maar het laat niettemin hem verlegen, die zonder van elders onderrigt te hebben ontvangen, sterrekundige plaatsbepalingen volbrengen moet. De *werkdadige sterrekunde*, *door* L. B. FRANCOEUR, *uit het Fransch vertaald door* J. C. PILAAR, *te Delft en Medemblik bij* B. BRUINS *en* L. C. VERMANDE, 1834, behoorde, als eene verklaring van het Fransche sterre- en zeevaartkundige jaarboek, de *Connaissance des tems*, meer regtstreeks op sterrekundige plaatsbepaling betrekking te hebben, maar is niettemin, in dit opzigt, gedeeltelijk onjuist en bovendien hoogst onvolledig. Reeds het jaar te voren verscheen het werk van STRUVE, ten titel voerende. *Anwendung des Durchgangs-Instrumentes für die geographischen Ortsbestimmung*, van hetwelk, nadat het door de hand van STRUVE zelven belangrijke vermeerderingen en verbeteringen had ondergaan, eene Fransche vertaling is gegeven, onder den titel: *Sur l'emploi de l'instrument des passages, pour la détermination des positions géographiques, par* F. G. W. STRUVE, *traduit de l'Allemand par* A. SCHYANOFF. *St. Pétersbourg. De l'imprimerie de l'académie Impériale des sciences*, 1838. Dit werk moet nog steeds als eene der allerbelangrijkste bijdragen tot de kennis van de eischen eener sterrekundige plaatsbepaling beschouwd worden, en is onschatbaar wegens zijne voorschriften,

die uitvloeisels zijn der langdurige ervaring van een' der meest beroemde sterrekundigen. Het bevat echter niet meer dan een klein gedeelte van hetgeen men in het algemeen bij sterrekundige plaatsbepalingen kennen moet, daar het alleen over het passage-instrument handelt en, als eene instructie voor de officieren van den generalen staf in Rusland geschreven, wel teregtwijzingen omtrent de noodige waarnemingen geeft, maar de berekeningen, welke op die waarnemingen moeten volgen, grootendeels voorbijgaat. RÜMKER heeft onlangs een werk gegeven, onder den titel: *Längen-Bestimmung durch den Mond. Eine nautisch-astronomische Abhandlung von* CARL RÜMKER. *Hamburg* PERTHES, BESSER *und* MAUKE, 1849. In dit stuk wordt niet over werktuigen of waarnemingen, maar alleen over berekeningen gehandeld, en men zoude daarom verwachten dat het moest aanvullen, wat in het evengenoemde werk van STRUVE ontbreekt, maar zich in die verwachting bedrogen vinden. RÜMKER handelt over drie wijzen om de Lengte door de maan te bepalen: 1° door maan-afstanden, 2° door sterrebedekkingen, 3° door maan-sterren. Bijna het geheele boek is toegewijd aan de Lengte-bepaling door Maan-afstanden, over welke reeds tot vervelens toe gehandeld is, en die aan den vasten wal geene waarde heeft. Drie vierde deelen van het geheele boek bestaan ook uit enkel tafels, om de herleiding der Maan-afstanden te verligten. De voorname waarde die het werk van RÜMKER, voor ons doel, bezit, is gelegen in de wijze, waarop de Lengte-bepaling door sterrebedekkingen door hem is ter harte genomen, nademaal hij de daartoe dienende formulen van BESSEL op eene eenvoudige wijze heeft bewezen, en op eenige voorbeelden toegepast.

Dit gedeelte van zijn werk had RÜMKER echter reeds gegeven in het *Jahres-Bericht für die Mitglieder der Hamburgischen Gesellschaft zur Verbreitung mathematischer Kenntnisse. Fastnacht* 1846 *und Fastnacht* 1847. De Lengte-bepaling door Maan-sterren is door RÜMKER hoogst onvolledig voorgedragen, daar hij eenvoudiglijk aantoont, hoe het Lengte-verschil van twee plaatsen uit de beweging der maan kan worden afgeleid, als het verschil in Regte-opklimming tusschen de maan en dezelfde sterren, bij haren doorgang door den meridiaan aan beide die plaatsen, reeds door de waarnemingen is bepaald geworden. Alles komt hier echter op de juiste bepaling dier verschillen in Regte-opklimming aan, en RÜMKER vermeldt met geen enkel woord, hoe die verkregen worden. Wij zien uit deze korte ontleding, dat geen der genoemde boekwerken ten volle de teregtwijzingen geeft, die men bij sterrekundige plaatsbepalingen behoeft, en dat zij, zelfs met elkander, aan dit vereischte niet voldoen. Toen de Heer DE LANGE het vaderland verliet, bestond er zelfs geen enkel werk, dat hem een volledig overzigt van de kundigheden, die hij bezitten moest, had kunnen geven. Ook bestond er geen enkel werk over praktische sterrekunde, dat ik bij mijne academische lessen, over dat deel der wetenschap, gevoeglijk als leiddraad of handboek had kunnen gebruiken.

Ofschoon het aan studie-boeken ontbrak, door welker beoefening men zich met de eischen eener juiste sterrekundige plaatsbepaling volledig bekend kon maken, is het er echter ver van daan dat men gedwongen werd, daartoe, tot het mondelinge onderwijs van praktische sterrekundigen zijne toevlugt te nemen. In onderscheidene gedrukte werken, die geene studieboe-

ken heeten, en meerendeels als tijdschriften beschouwd kunnen worden, vindt men eene menigte groote en kleine verhandelingen verspreid, die een bijzonder gedeelte van de sterrekundige plaatsbepaling ten onderwerp hebben, en die, met elkander vereenigd, alles opleveren wat men kan begeeren, om in dezen tak der sterrekunde te worden ingewijd. Ongelukkiglijk zijn verre weg de meeste dier verhandelingen volstrekt niet afzonderlijk te verkrijgen, zoodat men zich, voor haar bezit, zeer aanzienlijke geldelijke offers zoude moeten getroosten, en daar zij voornamelijk in kostbare tijdschriften en jaarboeken voorkomen, uitsluitend aan de sterrekunde gewijd, is het niet te verwonderen dat zij, in het algemeen, bij de zeelieden zijn onbekend gebleven. De beoefening dier stukken zoude in alle opzigten aanmerkelijk zijn verligt geworden, indien zij tot één geheel aan elkander waren verbonden, door eene bekwame hand, die in staat was het goede van het minder goede te schiften, het overtollige te verwerpen en het ontbrekende aantevullen. Dit kon alleen volbragt worden door eenen praktischen sterrekundige, wiens oordeel op eigene ervaring gevestigd was, maar geen der praktische sterrekundigen, welke voor die taak berekend waren, scheen tot hare aanvaarding eenige roeping te gevoelen. Reeds sedert eenige jaren heb ik mij bezig gehouden met de wiskundige theoriën der sterrekundige werktuigen, ten behoeve van mijne lessen in de praktische sterrekunde, in schrift te brengen en het was, om alle tijdverlies te vermijden, steeds mijne gewoonte den studenten die stukken aftestaan, opdat zij die in hunne woning zouden kunnen lezen, beoefenen en afschrijven. Ofschoon in die stukken vrij wat was opgeno-

men, moest nog veel meer aan de mondelinge voordragt worden overgelaten, zoodat het op de lessen zelve wel steeds aan tijd, maar nimmer aan stoffe ter mededeeling ontbrak. Het onderwijs, dat ik te geven had, heeft alzoo mij zelven reeds aanmerkelijke vorderingen doen maken op den weg, die naar het zamenstellen van een werk over praktische sterrekunde voeren moest. Inderdaad waren de voornaamste bouwstoffen daartoe reeds sedert lang bij mij aanwezig; men heeft meer dan eenmaal den wensch te kennen gegeven, dat ik in deze dringende behoefte der wetenschap zoude voorzien, en ik zoude dien wensch zekerlijk niet onvervuld hebben gelaten, indien ik het twaalfjarig tijdvak, sedert het oogenblik verloopen waarop ik mij voor het eerst vrijelijk in mijne wetenschap bewegen mogt, in eene halve eeuw had kunnen veranderen. De Heer DE LANGE was, reeds voor langen tijd, in het bezit gesteld van alles wat in handschrift bij mij voorhanden was; talrijke bijzonderheden waren hem bovendien, in vroegeren en lateren tijd, door mij medegedeeld, maar toen hij zich te Leiden gevestigd had, om zich voor zijne zending naar Oost-Indië te bekwamen, oordeelde ik het niettemin noodzakelijk, dat hij tot vele oorspronkelijke bronnen zijne toevlugt nam. Hij werd door mij met eene groote menigte verhandelingen overladen, die niet afzonderlijk in den handel voorkomen, en wier bezit ik grootendeels aan de welwillendheid van vreemdelingen verschuldigd ben. Het was noodig die stukken te beoefenen en onderling te vergelijken en, door het maken van uittreksels, te zorgen dat zij in Oost-Indië, zoo wel anderen als den Heer DE LANGE zelven, tot wetenschappelijke wegwijzers konden strekken. Bij de

studiën, aan welke hij zich overgaf, kon de Heer DE LANGE zeer goed een eigenlijk handboek ontberen, en inderdaad zoude een handboek ook bezwaarlijk de talrijke stukken kunnen vervangen, die hem, als zijn grootsten wetenschappelijken schat, op zijne reis naar Oost-Indië vergezelden.

De groote moeijelijkheid om zich de kundigheden te verwerven, die voor de sterrekundige plaatsbepaling gevorderd worden, verklaart en verontschuldigt het, dat zij in zoo geringe mate bij hen worden aangetroffen, die haar behoefden, maar zich niet geheel aan de sterrekunde konden toewijden. Met groote belangstelling zal men daarom vernemen, dat nu eindelijk, door het verschijnen van een uitmuntend studieboek, die moeijelijkheid is opgeheven. De Hoogleeraar A. SAWITSCH te St. Petersburg, heeft namelijk, in het jaar 1847, een werk uitgegeven, aan den bijzonderen tak der sterrekunde toegewijd, die op de sterrekundige plaatsbepaling betrekking heeft, het eerste van dien aard dat, na het werk van BOHNENBERGER, in het licht verscheen en dat, reeds door den naam van zijnen schrijver, een' waarborg voor zijne voortreffelijkheid opleveren moest. SAWITSCH had het bijzondere voorregt van zich als eenen leerling van STRUVE te kunnen beschouwen, den man die, in deze eeuw, zoo veel aan de volmaking der praktische sterrekunde heeft toegebragt, en zelf de sterrekundige plaatsbepaling met kleine werktuigen tot eene ongelooflijke hoogte had opgevoerd. Aan SAWITSCH was, met FUSS en SABLER, de groote onderneming opgedragen, in de jaren 1836 en 1837 ten uitvoer gebragt, die het verschil in hoogte tusschen de Caspische en Zwarte zee ten hoofddoel had, maar met welke sterrekundige

plaatsbepalingen verbonden moesten worden, en voor welke hij, met zijne medearbeiders, door STRUVE zelven opzettelijk was opgeleid. Sedert jaren was hij, als bestuurder van het observatorium te St. Petersburg en Hoogleeraar in de sterrekunde aldaar, werkzaam en in de nabijheid van het groote observatorium van den Pulkowa, het voorname brandpunt van de tegenwoordige praktische sterrekunde. Niemand kon alzoo meer dan SAWITSCH voor de taak berekend zijn, die hij op zich had genomen, en het is ook niet te verwonderen, dat zijn werk de algemeene aandacht, in de hoogste mate, tot zich trok. De Academie van St. Petersburg heeft den beroemden Hoogleeraar KNORRE van Nicolajew uitgenoodigd, om van dit werk een verslag te geven, en dit verslag, van hetwelk ik reeds in het jaar 1847, door de goedheid van zijnen schrijver, een' afdruk mogt ontvangen, overtuigde ook mij, dat het werk van SAWITSCH, ofschoon geenszins boven alle gebreken verheven, in eene dringende behoefte voorzag. Het werd door de Academie van St. Petersburg met den niet onbeduidenden prijs van DEMIDOFF vereerd, het bewees in Rusland spoedig zijne gewigtige diensten, maar het bleef elders onverstaanbaar en daarom nutteloos, nademaal het in de Russische taal was geschreven. Eindelijk is ook dit bezwaar uit den weg geruimd, daar de Heer W. C. GÖTZE, een der sterrekundigen van het observatorium te Berlijn, opzettelijk het Russisch heeft aangeleerd, met het enkel doel om dit werk te kunnen vertalen, en zijne vertaling is zeer onlangs in het licht getreden onder den titel: *Abriss der practischen Astronomie, vorzüglich in ihrer Anwendung auf geographische Ortsbestimmung, von Dr.* A. SAWITSCH. *Aus dem Rus-*

sischen übersetzt von Dr. W. C. GÖTZE. *Hamburg*, PERTHES-BESSER *und* MAUKE, 1851.

Het door GÖTZE in het hoogduitsch vertaalde werk van SAWITSCH bestaat uit twee deelen, van welke het eerste reeds op het einde des verledenen jaars is uitgegeven, en die met elkander omtrent 860 bladzijden innemen. Na eene aandachtige doorlezing van dit werk moest ik het KNORRE toestemmen, dat het slechts een uitvloeisel van eene veeljarige studie wezen kon, maar ik kan toch niet verklaren dat het mij in alle opzigten bevredigde. Het is ver verwijderd van de geheele praktische sterrekunde te omvatten, daar het uitgebreide takken dier wetenschap zelfs niet bij name vermeldt, en met betrekking tot sterrekundige plaatsbepaling is het, in sommige opzigten, vrij onvolledig, terwijl het weder uitgebreide hoofdstukken bevat, die met sterrekundige plaatsbepaling niets gemeen hebben. Het eerste deel, in hetwelk zes platen voorkomen, geeft eene afbeelding en beschrijving van sommige draagbare sterrekundige werktuigen, als het passage-instrument, de theodoliet en het universaal-instrument. Deze werktuigen worden er echter in min of meer verouderde inrigtingen voorgesteld, zoo dat men er ook vruchteloos de noodige teregtwijzing in zoude zoeken omtrent de twee hoofdwerktuigen, die voor de sterrekundige zending naar den Indischen Archipel zijn aangeschaft. In het eerste deel handelt SAWITSCH daarbij over de bepaling van tijd, Breedte en Azimuth. Hoe voortreffelijk het theoretische gedeelte van dit boek wezen moge, daar SAWITSCH een doelmatig gebruik heeft gemaakt van den arbeid door zijne groote voorgangers ten uitvoer gebragt, kan ik mijne verwondering daarover niet

ontveinzen, dat SAWITSCH, hier en daar, praktische grepen heeft aanbevolen, die door betere kunnen worden vervangen, en dat hij niet volkomen schijnt bekend te zijn met hetgeen STRUVE zelf aan de volmaking der draagbare sterrekundige werktuigen heeft toegebragt. Het tweede deel is hoofdzakelijk aan de bepaling der geographische Lengte toegewijd. In dit deel meen ik veel onvolledigs en tevens veel overtolligs te vinden, daar er volstrekt geene juiste verhouding bestaat tusschen de uitgebreidheid der verschillende hoofdstukken. De schrijver had eene te groote voorliefde voor de verduisteringen betoond en de vertaler heeft aan het, oorspronkelijk reeds te uitgebreide, hoofdstuk over die verschijnselen, nog veel toegevoegd, dat men bij sterrekundige plaatsbepalingen missen kan. Het tweede deel vangt aan met de Lengte-bepaling door chronometers, en geeft een, hoezeer zeer belangrijk, echter vrij kort uittreksel, uit twee uitgebreide werken van STRUVE, die straks vermeld zullen worden. De Lengte-bepaling door kunstmatige seinen wordt verder in eene enkele bladzijde afgehandeld, zoo dat men omtrent deze, in het bijzonder voor den Indischen Archipel, zoo hoogst gewigtige handelwijze, in dit werk, de wenschelijke inlichtingen niet kan vinden. Met eene overdrevene uitvoerigheid handelt SAWITSCH over de Lengte-bepaling uit zonsverduisteringen en sterrebedekkingen, zoo dat het hoofdstuk daaraan toegewijd bijna de helft van het geheele tweede deel inneemt. Bij de Lengte-bepaling uit sterrebedekkingen worden niet slechts de nieuwere en meest geschikte rekenwijzen, maar ook de oudere, van KEPPLER'S tijden af, aangevoerd, en daarin is niet slechts een uitvoerig stuk over het vooruit berekenen van sterrebedek-

kingen, maar zelfs over het berekenen van algemeene zonsverduisteringen, op die van het jaar 1851 toegepast, opgenomen. Wie niets meer begeert dan in de sterrekundige plaatsbepaling te worden ingewijd, kan alles wat van bladzijde 131 tot bladzijde 237 gezegd en geleerd wordt, zonder zwarigheid, overslaan. Vrij volledig wordt verder over de Lengte-bepaling door maan-culminatiën gehandeld, en daarna vindt men een zeer belangrijk hoofdstuk over de berekening van trigonometrische metingen. Het werk wordt met twee aanhangsels besloten, van welke het eerste, over het spiegelsextant en zijn gebruik handelende, de bijzondere aandacht der zeelieden verdient, terwijl men van het andere, in hetwelk hoofdzakelijk over interpolatie gehandeld wordt, veel partij zal kunnen trekken. De grondige beoefening van dit werk, met uitlating van het genoemde honderdtal bladzijden, is wel de minste eisch dien men iemand kan stellen, aan wien sterrekundige plaatsbepalingen zullen worden opgedragen. Dat die beoefening van grooteren omvang en van moeijelijkeren aard is dan de geheele stuurmanskunst, zoo als die gewoonlijk door de zeelieden wordt aangeleerd, zal mij door iedereen worden toegestemd, die zich eenmaal aan haar heeft overgegeven.

Het was voor den Heer DE LANGE even zoo als of het werk van SAWITSCH volstrekt niet bestond, daar de Hoogduitsche vertaling eerst bekend kon worden, toen hij het vaderland reeds had verlaten, en hij was alzoo verpligt zijne kennis uit geheel andere bronnen te putten. Zekerlijk had de Heer DE LANGE zijne vroegere studien kunnen bekorten, indien hem het werk van SAWITSCH had ten dienste gestaan, wijl het in een kort bestek vereenigt, wat wijders alleen in

talrijke uitgebreide verhandelingen wordt aangetroffen, maar al had hij zich van dat werk kunnen bedienen, ik zoude hem niettemin de beoefening van nog eene menigte andere stukken hebben aanbevolen. Het werk van SAWITSCH is van groot belang voor hen, die van sterrekundige plaatsbepaling nog geen behoorlijk denkbeeld bezitten, maar hoe veel leerzaams en gewigtigs het bevatten moge, men zal het met talrijke andere werken moeten verbinden, zoo men volkomen op de hoogte wil geraken van hetgeen, met betrekking tot dit onderwerp, reeds is volbragt geworden. Het bevat de algemeene grondslagen, en daarbij de voornaamste teregtwijzingen, die men behoeft, maar dewijl het ook over onderwerpen handelt, die niet tot de sterrekundige plaatsbepaling behooren, gedoogde zijn omvang het mededeelen van talrijke bijzonderheden niet, wier kennis wel niet in alle omstandigheden noodzakelijk is, doch zeer dikwijls onberekenbare diensten kan bewijzen.

Ook bij de sterrekundige plaatsbepaling wordt men niet zelden misleid, door de eenvoudigheid van het beginsel, waarop men zijnen arbeid moet vestigen, terwijl men, bij de toepassing van dat beginsel, op onverwachte zwarigheden stuit, die zich niet zoo ligtelijk uit den weg laten ruimen. Men moge dan door zijn eigen vernuft en zijne eigene ervaring hulpmiddelen weten te vinden, door welke zulke zwarigheden zich overwinnen laten, maar zal in den regel veel tijd en arbeid verspillen, indien men zich niet de uitkomsten ten nutte maakt, die door het vernuft en de ervaring van anderen reeds verkregen zijn. Men kan zich de kennis dier uitkomsten alleen verwerven, door met ernst de verslagen te beoefenen, in welke de verrigtingen van beroemde sterrekundigen met uit-

voerigheid zijn beschreven, aan wie belangrijke plaatsbepalingen waren opgedragen. De Russische en de Duitsche sterrekundigen vooral hebben de belangen der wetenschap nimmer uit het oog verloren, al ware hun slechts voor een stoffelijk doel eene wetenschappelijke onderneming toevertrouwd, en daardoor zijn de verslagen van hunnen arbeid niet zelden de belangrijkste raadgevers en wegwijzers voor hen geworden, die zich later met soortgelijke ondernemingen moesten belasten. Zoo kan men voor de sterrekundige plaatsbepaling in het algemeen een' onberekenbaren schat van raadgevingen en teregtwijzingen vinden, in de *Beschreibung des unterm allerhöchsten kaiserlichen Schutze, von der Universität zu Dorpat veranstalteten Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen Russlands, ausgeführt und bearbeitet in den Jahren* 1821 *bis* 1831, *mit Beihülfe des Capitain-Lieutenants* B. W. G. WRANGELL *und anderer, von* F. G. W. STRUVE. *Dorpat* 1831. Dit werk geeft eene zeer uitvoerige beschrijving en afbeelding der voornaamste draagbare sterrekundige werktuigen, die men, ook bij het bestaan van het werk van SAWITSCH, niet zonder groote vrucht beoefenen zal, en daarbij eene zeer juiste en uitvoerige ontwikkeling van hetgeen men bij de waarnemingen en berekeningen heeft in acht te nemen. Een goed gedeelte van de sterrekundige plaatsbepaling moest in dit werk onaangeroerd blijven, maar omtrent het gedeelte waarover het handelt, en omtrent de werktuigen, de waarnemingen en de berekeningen in het algemeen, vindt men daarin zoo vele gewigtige teregtwijzingen, dat men, na de vlijtige beoefening van dit werk, althans bij vele zwarigheden, op welke men stuiten kan, dadelijk

een middel zal kennen, om die te overwinnen, en vooral ook geleerd zal hebben, hoe men in bestendigen vrede met zijne werktuigen kan leven, met welke men zoo ligtelijk in onmin geraken kan. Bij de zoo gewigtige Lengte-bepaling door chronometers, welke geenszins zoo eenvoudig is als zij schijnt, kan men bijna verzekerd zijn den besten en kortsten weg niet te betreden, ten zij men zich de stukken hebbe eigen gemaakt, ten titel voerende: *Expédition chronométrique exécutée par ordre de sa Majesté l'Empereur Nicolas Ier entre Poulkova et Altona, pour la détermination de la Longitude géographique relative de l'observatoire central de Russie, par* F. G. W. STRUVE. *St. Pétersbourg* 1844 en *Expédition chronométrique etc. entre Altona et Greenwich etc. par* F. G. W. STRUVE *et* O. W. STRUVE. *St. Pétersbourg* 1846. Het zijn deze twee verhandelingen, uit welke SAWITSCH het vroeger vermelde uittreksel heeft gegeven, doch hoe onvolledig dat uittreksel wezen moet, dat daarbij niet overal volkomen juist genoemd kan worden, blijkt hieruit, dat het in het geheel slechts 16 bladzijden in octavo inneemt, terwijl de oorspronkelijke stukken met elkander 350 bladzijden in folio bevatten. Een hoogst leerzaam verslag van eene andere groote chronometer-expeditie vindt men in het uitgebreide stuk van AIRY, ten titel voerende: *Account of the Measurement of the Astronomical Difference of Longitude on the Arc of Paralel extending from Greenwich to the Island of Valentia in the South-west of Ireland, and Comparison with the Geodetic Difference of Longitude*, welke verhandeling voorkomt als een: *Appendix to the Astronomical observations made at the Royal observatory Greenwich in the year* 1845 en tevens is

opgenomen in de *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, *Vol. XVI.* Omtrent de Lengte-bepaling door chronometers zal men ook steeds met vrucht, onder andere belangrijke stukken, die van GAUSS en SCHUMACHER beoefenen, in de *Astronomische Nachrichten* N°. 110. Hoogstbelangrijke opmerkingen en teregtwijzingen, omtrent de sterrekundige plaatsbepaling in het algemeen, vindt men in de drie volgende stukken: *Resultate der in den Jahren* 1816 *bis* 1819 *ausgeführten Astronomisch- Trigonometrischen Vermessung Livlands, von* W. STRUVE. (Aus den *Mémoires de l'Académie Impériale des sciences*, *Sc. math. T. IV.* besonders abgedruckt). *St. Petersburg* 1844. — *Astronomische Ortsbestimmungen in der Europäischen Türkei, in Kaukasien und Klein-Asien, nach den von den Officieren des kaiserlichen Generalstabes in den Jahren* 1828 *bis* 1832 *angestellten astronomischen Beobachtungen, abgeleitet und zusammengestellt von* F. G. W. STRUVE. (Aus den *Mémoires de l'Académie Impériale des sciences* 17 *Série Sc. math. T. IV.* besonders abgedruckt) *St. Petersburg* 1845. — *Détermination des positions géographiques de Novgorod, Moscou etc. par* O. STRUVE. (Tiré du *Bulletin de la classe physico-mathématique de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg*, *Tome II. N°.* 1 2) *St. Pétersbourg* 1843. Waar men op een oneffen terrein, zoo als op de eilanden van den Indischen Archipel, uitgebreide geodesische operatien en daaronder juiste nivelleringen en het meten der hoogte van bergen te volbrengen heeft, kan men niet beter doen, dan vooraf het groote werk te beoefenen, dat ten titel voert: *Beschreibung der zur Ermittelung des Höhenunterschiedes zwischen dem Schwarzen und*

dem Caspischen Meere, in den Jahren 1836 *und* 1837, *von* G. FUSS, A. SAWITSCH *und* G. SABLER *ausgeführten Messungen, herausgegeben von* W. STRUVE, *St. Petersburg* 1849. In deze stukken wordt niets beschreven dan hetgeen door hunne schrijvers zelf, na rijpe studie, is ten uitvoer gebragt, en met hunne beoefening zal men, meer dan met die van uitgebreide werken over geodesie, gewonnen hebben.

Ook met betrekking tot de bepaling van tijd, Breedte en Azimuth zal men in de opgenoemde grootere en kleinere werken veel wetenswaardigs vinden, dat in het werk van SAWITSCH niet kon worden opgenomen, en hoezeer in dat werk, bij de bepaling der Lengte, veel is opgenomen, dat men kan ontberen, zal men toch niet altijd met SAWITSCH kunnen volstaan, en wel eens, ook bij andere wijzen van Lengte-bepaling dan bij die door chronometers, tot de oorspronkelijke bronnen zijne toevlugt moeten nemen. Over de Lengte-bepaling door Maan-sterren raadplege men vooral de oorspronkelijke verhandelingen van NICOLAÏ, in de *Astronomische Nachrichten* N°. 1, 26, 37, 52 en 72, van BAILY in de *Memoirs of the Astr. Soc. of London Vol. II.* en *Astr. Nachr.* N°. 52 en 72, van BESSEL en STRUVE in de *Astr. Nachr.* N°. 33, 237 en 238. Over de veel besprokene Lengte-bepaling door hoogte en Azimuth der maan, leze men de verhandelingen van VON LINDENAU in de *Monatl. Correspondenz* van VON ZACH *Band XV*, en die van GRÜNERT, CLAUSEN en SAWITSCH in de *Astr. Nachr.* N°. 429, 431, 432, 447 en 471. Omtrent de belangrijke Lengte-bepaling door buskruid-seinen en vuurpijlen, bij welke meer valt optemerken dan gevoegelijk in een leerboek kan worden opgenomen, leze

men de verhandelingen van VON ZACH in de *Monatl. Correspondenz*, *Band IX* en *X.* en in de *Connaissance des tems an XV*, van VON LINDENAU in het *Berliner Astr. Jahrbuch* voor 1809, van LITTROW in de *Annalen der Sternwarte in Wien*, *Band I*, en in de *Astr. Nachr.* N°. 16, 18, 21, 23 en 24, van NICOLAÏ in het *Berliner Astr. Jahrbuch* voor 1828. van MÄDLER in de *Astr. Nachr.* N°. 308. Ik ga vele verhandelingen met stilzwijgen voorbij, wier beoefening wel steeds nuttig zal blijven, maar, na het verschijnen van het werk van SAWITSCH, niet meer als volstrekt noodzakelijk beschouwd moet worden. Hoezeer ik nog veel goeds en nuttigs zoude kunnen aanvoeren, moest ik mij bij het voornaamste bepalen, om hen, die zich aan sterrekundige plaatsbepalingen zullen toewijden, niet wanhopig te maken.

Men heeft voor de bepaling der Lengte en Breedte van plaatsen op de aarde vrij wat handelwijzen aangewend en aanbevolen, en daar de eene zoo wel als de andere naar haar doel schijnt te voeren, zoude men kunnen meenen, dat door elken willekeurigen greep uit den grooten voorraad, het noodige voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel moest worden aangeboden. Men zoude zich echter in die meening zeer bedriegen, nademaal men geenszins vrij is in de keuze der handelwijzen, die men zal volgen, maar deze moet laten afhangen van het meer bepaalde doel dat men beoogt, van de omstandigheden onder welke men arbeidt, en van de middelen, die men te zijner beschikking heeft; en niet altijd zal die keuze zoo bijzonder gemakkelijk vallen. Daarbij zoude men bezwaarlijk kunnen aan-

nemen dat de beste der handelwijzen, die men tot heden gevolgd heeft, niet door nog betere vervangen kunnen worden, en inderdaad valt het niet moeijelijk aantetoonen, dat men door eene wijziging, van eenige der meest gebruikelijke handelwijzen, althans het verkrijgen van eene naauwkeurige uitkomst zeer aanmerkelijk kan bespoedigen. Als men de talrijke stukken, in welke over de sterrekundige plaatsbepaling gehandeld wordt, wilde raadplegen, om voor den Indischen Archipel de meest geschikte handelwijzen te kiezen, zoo zoude men, boven dit alles, op de belangrijke zwarigheid stuiten, dat in geen dier stukken gezorgd is voor plaatsen, welke zeer nabij den Aequator der aarde gelegen zijn. Zoo wordt overal de poolster als het bijna eenige middel voor het dusgenaamd orienteren, en het meest geschikte middel voor de bepaling der Breedte aanbevolen, terwijl de poolster, aan verre weg het grootste deel van den Indischen Archipel, steeds geheel en al onder den Horizon verborgen blijft, en aan het overige gedeelte zich niet hoog genoeg boven den Horizon verheft, om voor juiste waarnemingen te kunnen worden aangewend. Men heeft alleen voor hooge Breedten, en bijna uitsluitend voor hooge Noordelijke Breedten gezorgd, en toch is het klaar, dat de bijzondere toestand van de dagelijksche beweging des hemels, voor plaatsen nabij den Aequator der aarde, sommige handelwijzen onbruikbaar moet maken, die op hooge Breedten hare diensten kunnen bewijzen, terwijl wederkeerig die toestand van de dagelijksche beweging, voor plaatsen nabij den Aequator der aarde, handelwijzen de voorkeur doet verdienen, die op hooge Breedten onbruikbaar zijn,

en welligt daarom door niemand zijn vermeld geworden. Bij de mogelijkheid dat het, ook na het beoefenen der door mij aanbevolene stukken, niet iedereen in het oog zal vallen, op welke wijze men zich, in de nabijheid van den Aequator der aarde, het gemis van de poolster kan vergoeden, en hoe men, in het algemeen, van de bijzondere omstandigheden in welke men aldaar verkeert de meeste partij zal kunnen trekken, heb ik het noodig geoordeeld, in dit verslag, de handelwijzen te vermelden, die, naar mijne meening, in den Indischen Archipel de voorkeur verdienen. Ik moet mij hier bepalen bij de enkele opgave van de grondslagen, op welke die handelwijzen berusten, doch hare verdere ontwikkeling zal niemand moeijelijk vallen, die de door mij opgenoemde stukken, of slechts het werk van SAWITSCH, beoefend heeft. Ik zal ook van het beginsel uitgaan, dat men, in den Indischen Archipel, de waarneming der zon geheel en al vermijde. Men kan zich wel eene enkele maal van de zon bedienen, maar men kan haar ook altijd ontberen, en zal, in verre weg de meeste gevallen, zijne toevlugt volstrektelijk tot de sterren moeten nemen. De nachtelijke waarnemingen zijn, ook in Oost-Indië, volstrekt onvermijdelijk, en verbindt men die met waarnemingen in de brandende zonnestralen, zoo zal men zich volstrekt nutteloos aan overgangen blootstellen, die voor de gezondheid verderfelijk zijn. Buitendien zijn de waarnemingen, met een werktuig dat aan de zonnestralen is blootgesteld, altijd ten hoogste ruw en onzeker, en niet dan met kostbare en lastige voorzorgen, kan men het, op eene onvolkomene wijze, tegen de zonnestralen beschutten. Op een vast observatorium, waar

men de beweging der zon, of de volstrekte plaatsen van vaste sterren wil bepalen, kan men natuurlijkerwijze de waarneming der zon niet ontgaan, doch bij de sterrekundige plaatsbepaling kan haar gebruik niet dan nadeel aanbrengen. De nachten zijn in Oost-Indië ook altijd lang genoeg voor de waarnemingen, en worden die in den regel slechts voor de helft gebruikt, zoo zal men voldoende redenen hebben, om over den ijver van den waarnemer zeer te vreden te zijn. De dagen zijn daarentegen kort genoeg voor het gestadig onderhouden der werktuigen, in eene landstreek die zich door eenen vochtigen dampkring kenmerkt, voor de voorbereidende berekeningen, door welke men zijn' nachtelijken arbeid steeds zeer aanmerkelijk kan bekorten, en voor de herleidingen, die altijd op de waarnemingen moeten volgen. Door zijne bezigheden binnen huis bij dag, en die in de opene lucht bij nacht te volbrengen, zal de waarnemer in Oost-Indië niet slechts zijne gezondheid, maar ook zijnen arbeid bevorderen.

Komt men in eene plaats, wier geographische ligging men zal bepalen, zoo kent men gewoonlijk ten naaste bij hare Lengte en Breedte, en daarbij ook, op een paar minuten na, de fout van zijne uurwerken, maar is men gewoonlijk volstrekt onbekend met de rigting van het Noorden en Zuiden. Om zich voor de eigenlijke waarnemingen behoorlijk te kunnen voorbereiden, en de fouten in den stand des werktuigs door de gewone eenvoudige differentiaal-formulen uit de waarnemingen zelve te kunnen afleiden, moet men echter op eenige secunden na met de fouten zijner uurwerken, en althans op een paar minuten na, met de rigting van het Noorden en Zuiden be-

kend wezen. Voor dit laatste eigenlijke orienteren heeft SAWITSCH ook de zon aanbevolen, maar dit hulpmiddel is daartoe veelal ontoereikend en moet, vooral voor den Indischen Archipel, worden afgekeurd. In Europa gebruikt men daartoe algemeen de poolster, die in Oost-Indië hare diensten weigert, en ofschoon zich eene kleine ster (σ Octantis) zeer nabij de zuidpool des hemels bevindt, is die te zwak van licht, te slecht bepaald en in Oost-Indië te laag aan den Horizon, om aldaar de Noord-poolster te kunnen vervangen. De eenige reden waarom de poolster, op niet al te hooge noordelijke Breedten, zoo bijzonder geschikt is voor eene voorloopige bepaling van de rigting van het Noorden en Zuiden, ligt alleen in de omstandigheid, dat eene kleine verandering in den tijd en de pools-hoogte, op haar Azimuth, een' geringen invloed uitoefent, maar in Oost-Indië heeft dezelfde omstandigheid plaats bij alle sterren, die nagenoeg door het Zenith gaan, en vooral zoo lang als deze zich op niet te groote hoogten boven den Horizon ophouden. Terwijl deze sterren haar Azimuth zeer langzaam veranderen, veranderen zij hare hoogte zeer schielijk, zoo dat zij niet, gelijk de poolster, alleen voor het eigenlijke orienteren, maar bovendien voor eene voorloopige tijdsbepaling kunnen worden aangewend. Eene aanmerkelijke fout in de aangenomene Breedte der plaats heeft op de berekende hoogte dier sterren naauwelijks eenigen invloed, terwijl die fout, bij eene geringe hoogte dier sterren, zeer verkleind in het berekende Azimuth overgaat. Om dit door een paar voorbeelden optehelderen, kunnen wij ons van de volgende tafeltjes bedienen, eenige overeenstemmende hoogten en Azimuths der sterren

β Aquarii en *δ Orionis*, voor de zuidelijke Breedte van Batavia (6°8′) voorstellende. De ster *β Aquarii* heeft, met het begin dezes jaars eene zuidelijke afwijking van 6° 13′30″, en gaat dus bijna door het Zenith van Batavia. De ster *δ Orionis* heeft eene zuidelijke Afwijking van 0°24′58″, en blijft dus vrij ver van het Zenith van Batavia verwijderd. De getallen, onder de opschriften *fout in hoogte* en *fout in Azimuth*, toonen de fouten aan, die, in de berekende waarde dier grootheden, voortvloeijen, uit eene fout van 10 minuten in de aangenomene Breedte.

β Aquarii voor Batavia.

Hoogte.	Azimuth.	Fout in hoogte.	Fout in Azimuth.
0°	83°44′ 20″	1′ 1″	0′ 0″
10	84 44 0	0 55	1 46
20	85 35 13	0 46	3 38
30	86 20 13	0 38	5 46

δ Orionis voor Batavia.

Hoogte.	Azimuth.	Fout in hoogte.	Fout in Azimuth.
0°	89°34′ 51″	0′ 4″	0′ 0″
10	90 39 36	0 7	1 46
20	91 47 43	0 19	3 38
30	93 4 20	0 32	5 46

Uit deze tafeltjes blijkt het, dat de hoogte van deze sterren, zelfs dan wanneer zij 30 graden bedraagt,

zich omtrent tien malen schielijker dan het Azimuth verandert, en ditzelfde verschijnsel zoude zich ook nog openbaren bij sterren, welke aanmerkelijk met deze in Afwijking verschillen. Eene grove fout in de gemetene hoogte heeft dus slechts een' geringen invloed op het Azimuth, dat men behoeft. De verandering, welke de hoogte ondergaat, moet daarom ook nagenoeg met de verandering van den uurhoek overeen komen, en dit is het gunstigste geval, in hetwelk de tijdsbepaling door de hoogte van een hemellicht kan voorkomen. Men ziet een' hoe geringen invloed eene aanzienlijke fout in de aangenomene Breedte, op de berekende hoogte der ster uitoefent, en hoe weinig zulk eene fout, als de hoogte gering is, ook op het Azimuth der ster vermag. Nu is het ligt om, zelfs met het vertikale hulpcirkeltje van een draagbaar passage-instrument, de hoogte van eene ster op eene minuut na te meten, en meer behoeft men hier niet, om met de fout van het uurwerk, op omtrent een viertal tijds-secunden na, en met het Azimuth van het hemellicht, op omtrent een zestal boogsecunden na, bekend te worden. Die naauwkeurigheid is veel grooter dan men haar behoeft, om zich op de waarnemingen te kunnen voorbereiden. Is de Breedte der plaats zeer onzeker, zoo moet men de ster zeer digt bij den horizon waarnemen, en in elk geval behoeft men slechts een oogenblik, om haar op eene minuut na te bepalen, als de rigting van het Noorden en Zuiden slechts ten allerruwste gegeven is. Men zal wel doen met ook hier alle noodige berekeningen vooruit te volbrengen, eene gewoonte door welke men, bij gunstig weder, altijd rijkelijk den tijd herwint, dien men verliezen mogt, als een ongunstig weder de waarnemingen,

op welke men zich heeft voorbereid, verijdelt. Men kieze dan vooruit eene kennelijke ster nabij den Aequator, die zich op eene geringe hoogte boven den Horizon moet vertoonen, tegen den tijd, waarop men zijne waarnemingen zal aanvangen, en berekene vooraf haar Azimuth en haren uurhoek, voor eenige graden van hare hoogte. Men stelle den kijker op eene dier hoogten, en neme den tijd van het uurwerk waar, waarop de ster, bij die helling des kijkers, door diens Azimuthale beweging, juist in zijne gezigtslijn gebragt kan worden. Zoo heeft men onmiddellijk de fout van zijn uurwerk, op weinige secunden na, terwijl de aflezing van den horizontalen cirkel des werktuigs onmiddellijk de punten van zijne verdeeling doet kennen, die met het Noorden en Zuiden overeenkomen. Is een verwijderd voorwerp zigtbaar, zoo kan men, langs dien weg, zijn Azimuth bepalen, en zich daarvan, in het vervolg, voor het orienteren van het werktuig, zonder tusschenkomst van eenige berekening, bedienen.

Het is mij door een opzettelijk onderzoek gebleken, dat de methode om de Breedte, met het passage-instrument, in den eersten vertikaal te bepalen, die vooral bij graadmetingen eene onberekenbare waarde heeft, ook op plaatsen zeer nabij den Aequator der aarde, met goede gevolgen kan worden aangewend. Op het eiland Java, en zelfs op plaatsen die op nog geringere Breedten liggen, is deze methode aan geene groote zwarigheden verbonden, en het nadeel dat eene geringe Breedte aan deze methode toebrengt, wordt althans gedeeltelijk, door eigenaardige voordeelen, opgewogen. Het valt niet moeijelijk andere methoden voor de Breedte-bepaling met het passage-instrument te bedenken,

die zelfs op plaatsen, juist onder den Aequator der aarde gelegen, gebruikt kunnen worden, maar bij sterrekundige plaatsbepalingen, ten behoeve van de hydrographie en geographie, zoo als die welke het doel der zending naar den Indischen Archipel uitmaken, zoude ik toch steeds aan de Breedte-bepaling door Zeniths-afstanden, in en om den Meridiaan, met een goed universaal-instrument gemeten, de voorkeur geven. Bij die wijze om de Breedte te bepalen zijn de waarnemingen, die tot ééne uitkomst moeten zamensmelten, zeer schielijk afgeloopen, en zijn de veranderingen, welke het werktuig in zijnen stand mogt ondergaan, volstrekt onschadelijk. In onderscheidene werken, en ook in dat van SAWITSCH, wordt geleerd, hoe men de Zeniths-afstanden, in en nabij den Meridiaan, met elkander moet verbinden, om, zoo veel mogelijk, van de fouten des werktuigs en van de refractie onafhankelijk te worden, en zoo men in Oost-Indië slechts te groote en te kleine Zeniths-afstanden vermijdt, zal men, ook aldaar, in een' enkelen gunstigen nacht, met het universaal-instrument, een toereikend aantal waarnemingen kunnen inoogsten, om de Breedte, althans op een paar secunden na, te bepalen. Voor de bepaling der Breedte bestaat dus niet de minste zwarigheid, maar geheel anders is dit met de Lengte gesteld. Als men bedenkt dat men aan sommige vaste sterrewachten, waar men de grootste werktuigen te zijner beschikking had, soms jaren lang worstelde om de Lengte, met de gewenschte juistheid, te bepalen, zoo moet men wel de overtuiging verkrijgen, dat voor de Lengte-bepaling in den Indischen Archipel geene te groote zorgen kunnen worden aangewend, en dit te minder, daar zoo digt bij den Aequator

der aarde, dezelfde fout in de Lengte eene veel grootere fout in de eigenlijke ligging der plaats, dan op hooge Breedte, te weeg brengt. Ik acht het noodig hier met eenige uitvoerigheid over de Lengte-bepaling in den Indischen Archipel te handelen, eensdeels omdat ik meen, dat aan de meest gebruikelijke methoden zeer groote verbeteringen kunnen worden toegebragt, anderdeels omdat, juist in den Indischen Archipel, eene methode met groot voordeel kan worden aangewend, die men nergens vindt aangewezen. Heeft men het Lengte-verschil tusschen twee plaatsen te bepalen, die niet ver van elkander verwijderd zijn, dan kan men, naar gelang van omstandigheden, tot verschillende handelwijzen zijne toevlugt nemen, die in een' betrekkelijk korten tijd eene hooge naauwkeurigheid doen bereiken, maar in geheel Neêrlands Indië kan nog de Lengte van geen enkel punt als bekend beschouwd worden, en voor eene landstreek, zoo ver van alle sterrewachten verwijderd, tot welke men de Lengte gevoeglijk herleiden kan, zal men, althans bij de eerste Lengte-bepaling die men er te volbrengen heeft, zich van de maan moeten bedienen. Men kan de Lengte door de afstanden der maan tot de zon of sterren, door culminatiën, door hoogte, door Azimuth der maan en ook door sterre-bedekkingen bepalen. De Lengte-bepaling door maan-afstanden is op zee onvermijdelijk, maar ook alleen daar te dulden, zoo dat die hier niet in aanmerking kan worden genomen.

Genoeg bekend is de Lengte-bepaling door maanculminatiën, en met uitvoerigheid en juistheid zijn, in sommige stukken, de voorzorgen beschreven, die men moet in acht nemen, om daarbij zoo veel moge-

lijk van de natuurlijke gebreken des werktuigs en des waarnemers onafhankelijk te worden. Aan onderscheidene vaste sterrewachten in Europa wordt, zoo dikwijls als het mogelijk is, de doorgang der maan door den Meridiaan met dien van een viertal sterren, welke met haar weinig in Regte-Opklimming en Afwijking verschillen, waargenomen, en langs dien weg het verschil in Regte-Opklimming tusschen de maan en die sterren, ten tijde van den doorgang aan die sterrewachten, bepaald. Die sterren zijn jaren vooruit in de sterrekundige jaarboeken vermeld, en door de reizende sterrekundigen worden, aan de plaatsen wier Lengte zij bepalen willen, diezelfde sterren met de maan vergeleken, zoodat ook daar haar verschil in Regte-Opklimming met de maan, tijdens den doorgang, bepaald wordt. Die verschillen in Regte-Opklimming, op denzelfden dag, tijdens den doorgang der maan aan beide plaatsen waargenomen, doen, alleen door de verandering welke de Regte-Opklimming der maan ondergaat, en die zeer naauwkeurig bekend is, het verschil in Lengte tusschen die plaatsen kennen. Daarbij wordt men geheel onafhankelijk van de fouten der maantafelen en van de plaatsen der waargenomene sterren, en zelfs is eene kleine fout in den stand des werktuigs zonder invloed, zoo men slechts voor eene zeer naauwkeurige tijdsbepaling heeft zorg gedragen. Deze handelwijze is voortreffelijk in haar beginsel, en kan zelfs op plaatsen worden toegepast, die zoo ver als de halve omtrek der aarde bedraagt van elkander verwijderd zijn, maar zij is aan het groote bezwaar verbonden, dat eene fout in den waargenomen doorgang der maan, omtrent dertig malen vergroot in de Lengte overgaat. Eene fout van eene enkele tijdssecunde in

den doorgang der maan bedreven, veroorzaakt eene fout van omtrent 30 tijdssecunden, en alzoo van omtrent $7\frac{1}{2}$ minuten boogs in de Lengte. In deze omstandigheid ligt de reden, waarom, zelfs aan vaste sterrewachten, waar men aan de strengste eischen der wetenschap kan voldoen, de uitkomsten voor haar Lengte-verschil, door doorgangen der maan verkregen, veelal geweldig uit één loopen. Kan men bij deze handelwijze niet genoeg zorgen aanwenden voor het ontwijken van standvastige fouten, wier invloed zich in de uitkomsten niet verraadt, zij vordert daarbij een zeer groot getal waarnemingen, dat eerst in een aanzienlijk tijdvak kan worden verkregen. Door eene verandering in de wijze, waarop zij gewoonlijk wordt aangewend, kan men echter dit tijdvak zeer aanmerkelijk bekorten, en in eenen enkelen nacht eene naauwkeurigheid bereiken, die anders eerst in vijf of meer nachten verkregen wordt.

Aan beide plaatsen, tusschen welke men het Lengte-verschil wil kennen, moet het verschil in Regte-Opklimming tusschen de maan en eene ster, tijdens den doorgang door den Meridiaan, bepaald worden. Men kan dagelijks niet meer dan éénen doorgang door den Meridiaan van slechts éénen rand der maan waarnemen, en er zijn vele dagen van elke maand, waarop dit, zelfs bij het gunstigste weder, onmogelijk is, terwijl eene enkele wolk, die de maan op het oogenblik van haren doorgang bedekt, alle pogingen voor den ganschen nacht kan verijdelen. Sterren heeft men daarentegen in zeer grooten getale te zijner beschikking, en hoofdzakelijk om, door de vermeerderde waarnemingen, de naauwkeurigheid der uitkomsten te vergrooten, is men gewoon, in plaats

van ééne, vier sterren te nemen, en het midden van de doorgangen dier sterren, bij den doorgang der maan te vergelijken. Daar het waargenomene verschil in Regte-Opklimming, tusschen de maan en het midden van deze sterren, de fout, in den doorgang der maan bedreven, toch ten volle draagt, wordt zeer weinig gewonnen door het getal der sterren te vermeerderen, zoo lang men de waarnemingen aan den rand der maan niet tevens vermenigvuldigen kan. De waarschijnlijke fout van het verschil dat men te bepalen heeft, wordt, als men vier sterren in plaats van ééne gebruikt, slechts in de reden van 100 tot 88 verminderd, en als men zelfs honderd sterren gebruiken kon, om haren doorgang door den Meridiaan bij dien van den rand der maan te vergelijken, zoude de fout nog slechts in reden van 100 tot 71 verminderd zijn. Er verloopt veelal anderhalf uur eer de maan, met hare vier, vooruit gekozene en in de jaarboeken vermelde, vergelijkings-sterren, den Meridiaan is voorbijgegaan, en in de meeste gevallen zal men niet mogen veronderstellen, dat een draagbaar passage-instrument, in zulk een tijdvak, volstrekt geene merkbare Azimuthale verplaatsing heeft ondergaan. Men kan echter de waarnemingen aan den rand der maan vermenigvuldigen, en tevens het tijdsverloop tusschen de waarnemingen, die met elkander moeten verbonden worden, bekorten, zoo men de maan niet alleen in, maar, op eene bepaalde wijze, ook buiten den Meridiaan waarneemt, en daarbij het voorregt behouden, van zijne einduitkomst geheel en al van de fouten der maantafelen te bevrijden.

Om dit doel te bereiken moet men uit de, in de jaarboeken vermelde, vergelijkings-sterren, diegene op-

zoeken, welke, tijdens den doorgang door den Meridiaan aan de plaats waar men zich bevindt, het minst in Regte-Opklimming met den rand der maan, die zich laat waarnemen, verschilt, en, met uitsluiting van al de overige, deze alleen, niet slechts in, maar ook aan beide zijden van den Meridiaan, met de maan vergelijken. Het werktuig wordt, naar gelang van omstandigheden, één of twee uren vóór den tijd, waarop de maan den Meridiaan moet bereiken, in eenen vertikaal gesteld, dien de maan en de ster weldra zullen voorbijgaan, en de doorgang van beide hemellichten voorbij al de draden des kijkers, in dien vertikaal, waargenomen. Deze waarneming wordt onmiddellijk herhaald, na dat men het instrument in eenen nieuwen vertikaal heeft gebragt, welken de maan en de ster spoedig zullen voorbijgaan. Dit doet men zoo dikwijls als het vóór den doorgang der maan door den Meridiaan mogelijk is, neemt beide hemellichten in den Meridiaan waar, en daarna, in verschillende vertikalen, aan de westelijke zijde van den hemel, even zoo dikwijls en even zoo lang, als men aan de oostelijke zijde van den hemel zulke doorgangen waargenomen had. Heeft men de waarnemingen gelijkmatig over beide zijden van den Meridiaan verdeeld, en, hetgeen men bij de Lengte-bepaling altijd doen moet, voor eene zeer naauwkeurige tijdsbepaling zorg gedragen, zoo zal eene uitkomst, uit al de waarnemingen afgeleid, werkelijk de genoemde groote voordeelen aanbieden. Heeft men de maan en de ster twee malen aan de eene zijde van den Meridiaan, twee malen aan de andere zijde en eenmaal in den Meridiaan zelven waargenomen, hetgeen meestal in minder tijds zal kunnen geschieden, dan men behoeft om de maan, met

al hare vier vergelijkings-sterren, alleen in den Meridiaan waar te nemen, dan zal men reeds in eenen enkelen nacht eene naauwkeurigheid bereiken, die eerst in vier nachten bereikt kan worden, als men de maan slechts eenmaal met vier sterren vergelijkt. Heeft men de maan en de ster drie malen aan iedere zijde van den Meridiaan, en eenmaal in den Meridiaan zelven waargenomen, zoo verkrijgt men in twee nachten eene naauwkeurigheid, die anders elf nachten zoude vorderen. Zonder te zeer van den Meridiaan af te wijken, zal men dikwijls een nog grooter aantal waarnemingen kunnen volbrengen en eene Lengte-bepaling van eene bepaalde juistheid, in een zesde of zevende deel van den gewonen tijd kunnen verkrijgen. Het is waar dat deze wijze van waarnemen niet gevolgd wordt aan de vaste sterrewachten, wier overeenstemmende waarnemingen men behoeft, maar dit levert niet de minste zwarigheid op. Men moet anders, bij de bepaling der Lengte, een' enkelen doorgang der maan, met een klein werktuig waargenomen, verbinden met onderscheidene doorgangen, aan verschillende vaste sterrewachten met groote werktuigen bepaald, en juist door de vermeerdering van zijne eigene waarnemingen op denzelfden dag, brengt men de naauwkeurigheid der waarnemingen, die met elkander verbonden moeten worden, in eenen staat van evenwigt, zonder welken het weinig baat of men overeenstemmende waarnemingen, aan eene of aan meer plaatsen kan vinden. De Heer DE LANGE heeft, bij zijn verblijf te Leiden, deze handelwijze in praktijk gebragt, en het is gebleken dat, op eene Breedte als die van Leiden, aan haar niet de minste zwarigheden zijn verbonden, terwijl het vooruit reeds

beslist kon worden, dat zij groote voordeelen aanbieden moest.

Bij de beoordeeling van eene handelwijze voor de bepaling der Lengte door de maan, moet men boven alles op eene omstandigheid acht geven, die veelal daarbij wordt uit het oog verloren, namelijk deze, of de grootheid, die men door de waarnemingen bepaalt, en uit welke de Lengte moet worden afgeleid, al of niet, door de eigene beweging der maan, zoo veel mogelijk veranderd wordt. De maan is een hulpmiddel voor de bepaling der Lengte, alleen daardoor, dat zij zich zoo veel schielijker dan alle andere hemellichten, voor ons oog, aan den hemel voortbeweegt. De reden waarom, bij de Lengte-bepaling door de beweging der maan, eene fout in de waarneming zoo geweldig vergroot in de uitkomst kan overgaan, ligt alleen hierin, dat de snelheid harer schijnbare beweging niet nog veel grooter is. De fout der waarneming zal sterker vergroot in de uitkomst voor de Lengte overgaan, naar mate de grootheid, uit welke de Lengte wordt afgeleid, zich minder door de beweging der maan verandert. Daarom moet men bij de Lengte-bepaling op zee, door afstanden der maan tot sterren, sterren kiezen, zoo na mogelijk in den weg der maan gelegen, en dan nog zal eene fout van 10 secunden in den afstand, eene fout van omtrent 5 minuten boogs in de Lengte te weeg brengen. Eene ster in eene rigting geplaatst, loodregt op die, in welke de maan zich beweegt, zoude haren afstand tot de maan in het geheel niet veranderen, en daarom voor de Lengte-bepaling volstrekt onbruikbaar zijn. De fout in de waarneming heeft natuurlijkerwijze eeǹ' grooteren invloed, naar mate de sterren

verder buiten den weg der maan zijn gelegen, omdat ook in die mate haar afstand tot de maan zich langzamer verandert. Bepaalt men de Lengte door de beweging der maan in Regte-Opklimming, zoo moet men ook niet uit het oog verliezen, dat die beweging evenwijdig aan de dagelijksche beweging des hemels is, en waar die dagelijksche beweging het Azimuth of de hoogte der maan weinig doet veranderen, zal ook het Azimuth of de hoogte der maan, als hulpmiddel voor de bepaling der Geographische Lengte, volstrekt ongeschikt wezen. Op hooge Breedte zal de maan, zelfs een paar uren voor en na den doorgang door den Meridiaan, haar Azimuth zeer veel en hare hoogte zeer weinig, door hare eigene beweging, en vooral door hare beweging in Regte-Opklimming, veranderen. Het Azimuth zal dan voor de Lengte-bepaling zeer geschikt, de hoogte volstrekt ongeschikt wezen. In Oost-Indië staat de rigting van de dagelijksche beweging bijna loodregt op den Horizon. Tot op zeer aanzienlijke hoogte zal de maan, door hare eigene beweging, eene niet dan zeer geringe verandering in Azimuth ondergaan, en zal haar Azimuth zich, als zij nabij den Meridiaan gekomen is, zeer schielijk veranderen, zoo zal dit geen gevolg van de rigting harer beweging, maar van hare nabijheid tot het Zenith wezen. In Oost-Indië kan alzoo het Azimuth der maan voor de Lengte-bepaling niet veel beloven, en de handelwijze, die zich te Leiden zoo uitstekend betoonde, kan daar niet als een algemeen hulpmiddel worden aanbevolen. Men kan echter in Oost-Indië van de rigting der dagelijksche beweging, ook voor de Lengte-bepaling, partij trekken, en eene handelwijze, die bijna uitsluitend op zoo lage Breedte als

in Oost-Indië kan worden aangewend, doet mij voor de Lengte-bepaling aldaar de schitterendste vruchten verwachten.

Toen SCHUMACHER, in zijne *Astronomische Nachrichten*, het werk van RÜMKER: *Längen-Bestimmung durch den Mond*, kortelijk vermeldde, heeft hij RÜMKER daarover geprezen, dat deze de bepaling van de Lengte door de hoogte van de maan, geheel en al verzwegen had, en verklaarde hij wat al te onbepaald, dat de hoogte der maan daartoe toch nimmer met goed gevolg kon worden aangewend. Uit die verklaring van SCHUMACHER blijkt weder ten duidelijkste, hoe weinig men, in het algemeen, voor de sterrekundige plaatsbepaling op geringe Breedte heeft zorg gedragen, en dit kan ons ook niet zeer verwonderen, daar Russen en Duitschers, die hier onze voorname en zelfs bijna eenige vraagbaken zijn, ook nimmer die bepaling op zeer geringe Breedten te volbrengen hadden. Op hooge Breedte is de verandering die de hoogte der maan, door de eigene beweging van dat ligchaam, ondergaat, altijd kleiner dan de verandering harer Regte-Opklimming, en men zoude dan al zeer ligt in gevallen kunnen komen, bij welke eene fout in de meting der hoogte, honderd en meermalen vergroot, in de Lengte, die men uit haar wil afleiden, werd overgebragt. Bedenkt men dat, in de hoogte van een hemellicht op zee bepaald, door de onzekerheid der kimduiking en de aardsche refractie van de kim, ligtelijk fouten van volle minuten kunnen insluipen, zoo moet men het onbegrijpelijk achten, hoe ooit iemand het in de gedachte heeft kunnen krijgen, om de hoogte der maan, als hulpmiddel voor de Lengte-bepaling op zee aan te bevelen, en hoe ooit

iemand dat hulpmiddel, in allen ernst, een nader onderzoek kan hebben waardig gekeurd. Zelfs in het gunstigste geval, waarbij de verandering van de hoogte der maan, door hare eigene beweging, nog iets grooter dan hare beweging in Regte-Opklimming wezen kan, moet men de hoogte der maan, als hulpmiddel voor de bepaling der Lengte op zee, onvoorwaardelijk afkeuren, maar geheel anders is dit aan den wal, waar men de kim niet behoeft, en geheel andere hulpmiddelen voor het meten van hoogten dan op zee kan aanwenden. In Oost-Indië, waar de hoogte der maan zich zoo schielijk door hare eigene beweging verandert, is die hoogte een uitstekend middel voor de Lengte-bepaling, en vooral dan, wanneer men haar zoodanig aanwendt, dat men van de fouten des werktuigs onafhankelijk wordt, en de waarnemingen naar willekeur kan vermenigvuldigen. Op de volgende wijze kan men dit doel bereiken.

Voor de Lengte-bepaling door de hoogte der maan, heeft men een uitstekend hulpmiddel in het zoogenaamde universaal-instrument. Het universaal-instrument draagt dien naam, omdat het de hoedanigheden van onderscheidene andere werktuigen in zich vereenigt, en in zich zelf toereikend is, voor nagenoeg alle waarnemingen, die bij de sterrekundige plaatsbepaling noodig kunnen worden. Het bovenste gedeelte van dit werktuig is een volkomen passage-instrument, en het heeft eenen horizontalen en vertikalen cirkel, zoodanig ingerigt, dat zij het meten van horizontale en vertikale hoeken met dezelfde juistheid toelaten en met eene scherpte, aan het vermogen van den kijker des werktuigs geëvenredigd. Met een goed universaal-instrument van den tegenwoordigen tijd, al is

het van zeer kleine afmetingen, kan men eene verbazende naauwkeurigheid bereiken, en is het, even min als elk ander werktuig, van alle gebreken vrij, zoo kan men, bij zijn gebruik, het vermogen der tegenwoordige sterrekunde ter hulpe roepen, door hetwelk zij zich zoo dikwijls boven de natuurlijke gebreken der werktuigen verheft. Wil men in Oost-Indië, bij de Lengte-bepaling door de hoogte der maan, van de fouten des werktuigs geheel onafhankelijk worden, zoo moet men niet die hoogte zelve bepalen, maar eenvoudiglijk de tijden waarnemen, op welke de zigtbare boven of onderrand der maan dezelfde hoogte als eene ster bereikt. Men kieze daartoe de meest geschikte van het viertal uitgekozene en in de jaarboeken vermelde vergelijkings-sterren. De kijker des werktuigs worde op eene hoogte gesteld, die de maan en de ster weldra zullen bereiken, en men neme met juistheid de tijdstippen waar, op welke beide hemellichten den horizontalen draad des kijkers voorbijgaan. Men kan daarbij het draden-net des kijkers eenen stand geven loodregt op den gewonen, zoo dat men één' vertikalen en onderscheidene horizontale draden verkrijgt, en beter nog, het net niet verplaatsen, maar, ter wederzijden van den horizontalen draad, andere inspannen, zoo dat men het werktuig, zonder eenige verandering, voor vertikale en horizontale doorgangen aanwenden kan. Bij denzelfden stand des kijkers kan men den doorgang van den rand der maan en van de ster, door al de horizontale draden, aan den vertikalen middeldraad, waarnemen, en daardoor met weinig moeite de waarnemingen zeer vermenigvuldigen. Het is klaar, dat men bij den overgang van het eene hemellicht tot het an-

dere, en ook bij de waarneming van hetzelfde hemellicht aan al de horizontale draden, het bovendeel des werktuigs een weinig om de vertikale as zal moeten bewegen, en dat daardoor de helling des kijkers eene kleine verandering zal kunnen ondergaan, maar die verandering wordt, gelijktijdig met elke andere die uit de bewegelijkheid van den voet des werktuigs mogt voortvloeijen, door het niveau verraden en gemeten, en heeft men, bij den doorgang der maan en bij dien der ster, den stand van het niveau aangeteekend, zoo kan men, naar de overbekende formulen, de waargenomene tijden tot dezelfde hoogte herleiden. Heeft men eenmaal den doorgang van den rand der maan en van de ster door al de horizontale draden waargenomen, zoo kan men den kijker eene andere helling geven en dezelfde waarnemingen, zoo dikwijls als men wil, herhalen. Uit de tijdsverloopen, tusschen de oogenblikken waarop de maan en de vergelijkings-ster dezelfde hoogte bereikten, berekent men beider verschil in Regte-Opklimming, en uit deze, op de gewone wijze, de Lengte. Deze handelwijze biedt boven de gebruikelijke de volgende voordeelen aan: 1°. Geeft zij eene Lengte-bepaling, die volstrekt onafhankelijk is van alle fouten des werktuigs, en niets meer veronderstelt dan een niveau, waardoor de verandering, welke de hoogte des kijkers onder de waarnemingen mogt ondergaan, wordt verraden en afgelezen; 2°. Behoeft men bij haar volstrekt geene willekeurige veronderstelling, omtrent de onbewegelijkheid des werktuigs, zoo als dit bij Azimuthale bepalingen altijd in meerdere of mindere mate het geval is; 3°. Moeten de waarnemingen, door hare eenvoudigheid, eene hooge mate van juistheid bezitten;

4°. Kan men de waarnemingen, in den zelfden nacht, naar willekeur vermenigvuldigen; 5°. Kan men de waarnemingen ook op dagen volbrengen, op welke het onmogelijk zoude zijn de maan, met hare vergelijkings-sterren, in den Meridiaan waar te nemen, zoo dat door deze handelwijze ook eene Lengte-bepaling, zeer kort voor en na de nieuwe maan, kan worden verkregen. Dit laatste heeft eene veel hoogere beteekenis verkregen dan te voren, nu men de groote werktuigen op het observatorium te Greenwich gewijzigd heeft, met het doel om de waarneming der maan uit te breiden over de dagen, op welke dit vroeger, wegens hare nabijheid tot de zon, onmogelijk was. Nu zeer onlangs een groot werktuig op het observatorium te Greenwich, voor de waarneming van de maan buiten den Meridiaan, is bestemd geworden, zal men, ook bij zijne waarnemingen kort voor en na de nieuwe maan volbragt, overeenstemmende waarnemingen op het observatorium te Greenwich kunnen vinden, en alzoo van de fouten der maan-tafelen onafhankelijk kunnen worden. Bij de herleiding der waarnemingen behoeft men de parallaxis der maan, maar het is natuurlijk dat men de kleine fout, welke in deze mogt zijn overgebleven, onschadelijk kan maken, door de waarnemingen gelijkmatig over beide zijden van den hemel te verdeelen, zoo als men ook noodwendig beide randen der maan moet waarnemen, om onafhankelijk te worden van de middellijn, onder welke de kijker des werktuigs de maan vertoont. Wie de bovengenoemde stukken beoefend heeft, zal in de verdere ontwikkeling van deze handelwijze geene groote moeijelijkheid kunnen vinden.

In het verslag, op verlangen van den Vice-Admi-

raal VAN DEN BOSCH gegeven, heb ik het gevoelen geopenbaard, dat de sterrebedekkingen, voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel, weinig beloven, doch ik ben van dit gevoelen teruggekomen, door eene nadere overweging van dit hulpmiddel, en vooral ook door de maatregelen, die men onlangs op het observatorium te Greenwich genomen heeft. Indien men zich, bij de Lengte-bepalingen door sterrebedekkingen, van de fouten der maantafelen onafhankelijk kan maken, zoo verdient zij boven alle andere Lengte-bepalingen door de maan ver de voorkeur, daar eene fout, in de waarneming van den ingang of uitgang begaan, eene fout van omtrent dezelfde grootte in de, uit haar afgeleide, Lengte teweeg brengt, terwijl anders eene fout in de waarneming dertig of meermalen vergroot in de uitkomst overgaat. Hoezeer ook de uitkomsten door sterrebedekkingen verkregen, grootendeels door de oneffenheden van den rand der maan, steeds onnaauwkeuriger dan de waarnemingen zelve zijn, zoo kan toch eene enkele goede sterrebedekking, eene lange reeks van andere waarnemingen vervangen, die de beweging van de maan betreffen. Men mag echter, bij de Lengtebepaling uit sterrebedekkingen, de fouten der maantafelen volstrekt niet verwaarloozen, en zelfs niet aannemen, dat zij elkander, in het tijdvak van een paar jaren, zullen opheffen, zoodat de uitkomsten, die van den invloed van de fouten der maantafelen niet bevrijd kunnen worden, ook geen vertrouwen verdienen. Die bevrijding geschiedt het best door overeenstemmende waarnemingen van dezelfde bedekkingen, aan de plaatsen volbragt, tusschen welke men het Lengteverschil wil bepalen, maar aan een deel van de op-

pervlakte der aarde, zoo ver als de Indische Archipel van alle wel bepaalde sterrewachten verwijderd, bestaat eene zeer geringe waarschijnlijkheid, dat men de noodige overeenstemmende waarnemingen zal kunnen verkrijgen. De plaats in den Indischen Archipel, wier Lengte men het eerst zal bepalen, zal herleid moeten worden tot eene der vaste sterrewachten in Europa, en voor plaatsen, die zoo ver van elkander verwijderd zijn, zal de maan slechts zelden dezelfde ster bedekken, of, indien dit al geschiedt, zich, bij die bedekkingen, zelden boven de horizonten dier plaatsen ophouden. Op overeenstemmende waarnemingen van sterrebedekkingen in Europa volbragt, kan men in den Indischen Archipel naauwelijks hopen, en dit te minder, daar die soort van waarnemingen thans in Europa zeer verwaarloosd wordt; maar die overeenstemmende waarnemingen zijn ook niet volstrekt noodzakelijk, zoo men slechts van de fouten der maantafelen en de plaats der ster naauwkeurig kennis draagt. Aan onderscheidene sterrewachten in Europa worden de fouten der maantafelen elken dag bepaald, waarop het slechts mogelijk is, en was de plaats der ster niet naauwkeurig genoeg bekend, zoo kan dit gebrek, ook na de waarneming, verholpen worden. Men zal dus wel doen met, in den Indischen Archipel, voor het minst al die sterrebedekkingen waartenemen, voor wier berekening in den *Nautical Almanac* de noodige hulpgrootheden zijn opgegeven. Weinige dagen voor en na de nieuwe maan, als de maan het licht der sterren in hare nabijheid slechts in geringe mate overstraalt, heeft men veelal de gelegenheid om, ook met eenen kijker van gering vermogen, talrijke bedekkingen van kleine sterren

waartenemen. Die bedekkingen waren vroeger, bij gebrek aan overeenstemmende waarnemingen, nutteloos, omdat men gewoon was de maan, voor de bepaling van de fouten harer tafelen, alleen in den Meridiaan waartenemen, en zij zich op die dagen niet in den Meridiaan waarnemen liet. Nu echter wordt te Greenwich de maan op die dagen, buiten den Meridiaan, waargenomen, en daardoor hebben ook de genoemde sterrebedekkingen eene veel hoogere beteekenis dan vroeger verkregen. Het is dus van groot belang, dat men zich, in den Indischen Archipel, weinige dagen voor en na de nieuwe maan, meer in het bijzonder op de waarneming van sterrebedekkingen toelegge, van welke men, in eenen korten tijd, een' rijken oogst zal kunnen inzamelen, vooral indien men zich behoorlijk voorbereidt. Die voorbereiding eischt niet meer dan eene vlugtige berekening van de parallaxis der maan, en het aanteekenen van hare schijnbare plaatsen op uitvoerige sterrekaarten, zoo als die van HARDING. Een sterrekundige, die voor niets dan zijne waarnemingen te zorgen heeft, kan ligtelijk de Lengtebepaling uit sterrebedekkingen, met die uit culminatiën en hoogten der maan verbinden, en deze verbinbinding van hemelsbreed van elkander verschillende handelwijzen is noodzakelijk, indien men tot eene einduitkomst wil geraken, die boven allen twijfel verheven is.

De bepaling van het Lengte-verschil tusschen twee plaatsen is altijd ligter en tevens zekerder, naar mate die plaatsen nader bij elkander gelegen zijn, zoodat de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel reeds aanmerkelijke vorderingen gemaakt zal hebben, indien aldaar de Lengte van slechts een enkel

punt met juistheid zal zijn vastgesteld. Van dat punt zal men dan kunnen uitgaan, om de Lengte van andere punten te verkrijgen, en, naar gelang van hunnen afstand en van de hulpmiddelen, die men te zijner beschikking heeft, handelwijzen te baat kunnen nemen, die met meerderen of minderen spoed tot haar einddoel voeren. Is de afstand tusschen de punten, wier Lengte-verschil bepaald moet worden, nog zeer groot, terwijl het moeijelijk zoude vallen een groot aantal chronometers herhaaldelijk van het eene punt naar het andere overtevoeren, zoo als dit b. v. het geval zoude wezen, indien men eerstelijk de Lengte van Batavia bepaald had, en men daaruit de Lengte van een punt in de Moluksche eilanden bepalen wilde, zoo zoude nog steeds de maan de eenige toevlugt wezen, maar zij zoude, op dezen betrekkelijk zoo veel kleineren afstand, veel grootere diensten bewijzen. Voor twee waarnemers, van welke de eene op een der Moluksche eilanden en de andere op Java geplaatst is, valt het ligt om, kort voor en na de nieuwe maan, talrijke overeenstemmende waarnemingen van sterrebedekkingen te verkrijgen, en, ook op andere overeenstemmende dagen, talrijke gelijke hoogten van de maan en eene ster waartenemen. Arbeidende voor hetzelfde doel, onder nagenoeg dezelfde omstandigheden, en op betrekkelijk niet groote afstanden, zullen zij, vooral bij eene behoorlijke onderlinge afspraak, onvergelijkelijk meer overeenstemmende waarnemingen met elkander kunnen verkrijgen, dan ieder hunner met eenen sterrekundige in Europa, en zij zullen, bij dien minder grooten afstand, ook in veel geringere mate van de fouten der maantafelen afhankelijk zijn. Terwijl een waarnemer zich gedurende een' geruimen

tijd te Batavia ophoudt, om de Lengte van die plaats, met betrekking tot een vast observatorium in Europa, te bepalen, zoude een tweede waarnemer, aan onderscheidene verwijderde punten van den Indischen of Molukschen Archipel, met hem overeenstemmende waarnemingen kunnen volbrengen, om het Lengteverschil tusschen die punten en Batavia te bepalen, en zeer vele waarnemingen, te Batavia volbragt, zouden voor dat Lengte-verschil gebruikt kunnen worden, die anders, bij gebrek aan overeenstemmende waarnemingen in Europa, zouden verloren zijn. Door den gelijktijdigen arbeid van twee sterrekundigen, aan twee van elkander verwijderde punten van den Indischen of Molukschen Archipel, zoude dus, voor de sterrekundige plaatsbepaling, zeer veel gewonnen worden, en die gelijktijdige arbeid van twee sterrekundigen zal toch niet kunnen worden ontgaan, zoo men ook bij kleinere afstanden, zonder verspilling, zijn doel wil bereiken.

Zijn de punten, tusschen welke men het Lengteverschil wil bepalen, niet zoo ver van elkander verwijderd en door een geschikt vaarwater van elkander afgescheiden, dan zoude, vooral als een regelmatige stoomvaart tusschen die punten bestaat, geen hulpmiddel de voorkeur verdienen boven het overdragen van den tijd door chronometers. Dat hulpmiddel is in Europa zeer veelvuldig aangewend, en om met zijne eischen volkomen bekend te worden, kan men niet beter doen dan de, vroeger, door mij vermelde, beschrijvingen te beoefenen, van de twee groote Russische chronometer-expeditiën, die ten doel hadden het Lengte-verschil tusschen de sterrewachten van den Pulkowa en van Greenwich te doen kennen. Bij ge-

brek aan het noodige aantal chronometers, en in het algemeen, wanneer men groote uitgaven moet vermijden, zal men zich, bij de bepaling van het Lengteverschil tusschen twee plaatsen, die niet al te ver van elkander verwijderd zijn, met de beste gevolgen van buskruid-seinen en vuurpijlen bedienen. Vooral dit hulpmiddel, om Lengte-verschillen te bepalen, belooft voor de geographie van den Indischen Archipel schoone vruchten. Na dat men daartoe reeds verschillende soorten van kunstmatige seinen had aangewend, grootendeels in vuren of lichten bestaande, die bedekt en ontbloot konden worden, werd in het jaar 1740 voor het eerst door CASSINI DE THURY en DE LA CAILLE het Lengte-verschil tusschen twee plaatsen, door eigenlijke buskruid-seinen, bepaald, en deze eerste proeve gelukte volkomen bij twee bergen, van welke de eene in Provence, de andere in Languedoc was gelegen, en die 24 D. G. mijlen van elkander verwijderd waren. De toepassing van dit hulpmiddel is zeer eenvoudig. Aan een punt, zoo veel mogelijk, in het midden tusschen de beide plaatsen gelegen, wier Lengte-verschil men wil bepalen, en dat uit beide die plaatsen gezien kan worden, ontbrandt een helper, eenvoudiglijk naar een zak-horologie, op vooruit besprokene tijdstippen, kleine hoeveelheden buskruid. Aan beide plaatsen worden de tijdstippen, op welke zich de oogenblikkelijk verdwijnende vlammen van het buskruid vertoonen, naauwkeurig waargenomen, en heeft men voor zeer juiste tijdsbepalingen zorg gedragen, zoo wordt het Lengte-verschil onmiddellijk verkregen, met eene juistheid, die men door andere hulpmiddelen niet ligtelijk bereiken zal. In het begin van deze eeuw heeft de Baron VON ZACH zeer talrijke proeven

genomen, omtrent de beste kunstmatige seinen voor de bepaling van Lengte-verschillen. Die proeven zijn door anderen na hem ten deele herhaald en hebben de uitkomst opgeleverd, dat men geene andere kunstmatige seinen moet aanwenden, dan die welke door los buskruid, door vuurpijlen of door het heliotropen-licht worden gegeven. Er is naauwelijks een land in Europa waar men, in deze eeuw, niet op eene groote schaal, voor de bepaling van de betrekkelijke ligging zijner hoofdpunten, van buskruid-seinen heeft gebruik gemaakt, en dit hulpmiddel heeft zijne hooge voortreffelijkheid bewezen, zoo dikwijls als het is aangewend geworden. Vuurpijlen worden dan alleen gebezigd, als de plaatsen te ver van elkander verwijderd zijn, om het waarnemen van dezelfde buskruid-vlammen toetelaten. Aan het einde der vuurpijl is eene hoeveelheid buskruid aangebragt, die eensklaps, in eene heldere vlam, ontbrandt, als zij op hare grootste hoogte is gekomen en, daar vuurpijlen tot op eene hoogte van omtrent tienduizend voeten stijgen kunnen, laten deze vlammen zich tot op omtrent 30 D. G. mijlen in den omtrek waarnemen, hoezeer men noch voor het geven der seinen, noch voor het waarnemen, eenen berg bestijge. Men heeft het Lengte-verschil tusschen onderscheidene plaatsen, en zelfs tusschen vaste sterrewachten, zoo als die van Parijs en Londen, door vuurpijlen bepaald, en ook dit hulpmiddel voortreffelijk bevonden, hoezeer de eenvoudige buskruid-vlammen, als zij gebruikt kunnen worden, de voorkeur verdienen. De afstanden, tot op welke de buskruid-vlammen zich laten waarnemen, hangen geheel en al van de gesteldheid des lands af waar zij gegeven worden, en terwijl SAWITSCH vermeldt dat,

naar VON ZACH, de vlam van 12 lood buskruid tot op eenen afstand van 30 D. G. mijlen gezien kan worden, had hij daaraan kunnen toevoegen, dat de proeven, uit welke dit scheen te blijken, genomen zijn op twee der hoogste bergen van Thüringen, terwijl hetgeen men zag niet de vlam zelve, maar de terugkaatsing van haar licht in de wolken, was (*). Op zulke afstanden heeft men elders zelfs het waarnemen van vuurpijlen zeer moeijelijk gevonden, en waar men geene bergen of andere hoogten te zijner beschikking heeft, moet natuurlijkerwijze het waarnemen van buskruidvlammen, wegens de gebogenheid van de oppervlakte der aarde, reeds op afstanden van weinige mijlen onmogelijk worden. Het is intusschen gebleken dat men, in een oneffen land, de buskruid-vlammen, en waar men de zonnestralen niet behoeft te schuwen ook het heliotropen-licht, op zeer groote afstanden waarnemen kan, terwijl de vuurpijlen, zelfs in een effen land, met goed gevolg gebruikt kunnen worden, voor de onmiddellijke bepaling van het Lengte-verschil tusschen twee plaatsen, die 40 tot 50 D. G. mijlen van elkander verwijderd zijn. Bij nog veel grootere afstanden kan men zich van tusschen-stations bedienen, aan welke, in denzelfden nacht, seinen worden gegeven. De seinen van elk station worden dan aan de twee naastgelegene stations waargenomen, en aan de uiterste plaatsen, wier Lengte-verschil men eigenlijk bepalen wil, neemt men de seinen waar van de stations, die het naast aan haar grenzen. Aan elk der tusschen-stations behoeft men eenen waarnemer met een goed uurwerk gewapend, maar, zoo men hunne

(*) *Mon. Corr.* Band IX, pag. 218.

Lengten niet begeert te kennen, zijn daar de hulpmiddelen voor eene tijdsbepaling overtollig, omdat men dan aldaar slechts den gang der uurwerken behoeft te kennen, die door de waarneming der seinen van zelf gegeven wordt. Met slechts weinige tusschenstations zoude men, bij het gebruik van vuurpijlen, in weinige nachten, met eene hooge naauwkeurigheid, het Lengte-verschil zelfs tusschen de Oostelijkste en Westelijkste deelen van het eiland Java kunnen bepalen, en zonder groote zwarigheid zoude men, door hetzelfde hulpmiddel, al de voornaanste eilanden van den Indischen Archipel aan elkander kunnen verbinden. Heeft men geen toereikend aantal geoefende waarnemers te zijner beschikking, zoo zal men met twee niet te ver van elkander verwijderde plaatsen kunnen aanvangen en, na haar Lengte-verschil bepaald te hebben, van deze tot meer verwijderde kunnen overgaan, zoo dat men telkens niet meer dan één tusschen-station, aan hetwelk alleenlijk seinen worden gegeven, en niet meer dan twee waarnemers behoeft. Zal er langs dien weg meer tijds verloopen, eer men het Lengte-verschil tusschen twee zeer ver verwijderde plaatsen bepaald zal hebben, men heeft daarentegen het groote voorregt, van ook de Lengten der tusschenpunten te leeren kennen. Zoo zoude men op het eiland Java, zonder eenige zwarigheid, onmiddellijk Batavia aan Cheribon, Cheribon aan Samarang, Samarang aan Soerabaija en Soerabaija aan een kennelijk punt van de straat van Bali kunnen verbinden, zonder tusschen elk van die paren van plaatsen meer dan één station, voor het enkele geven van seinen, te behoeven. Zijn er tusschen die plaatsen geschikte hoogten te vinden, zoo zal men zekerlijk met bus-

kruidvlammen kunnen volstaan, en zijn die niet te vinden, of moet men zwarigheid maken om die te bestijgen, zoo zal men, door het gebruik van vuurpijlen, zijn doel kunnen bereiken. Men zegt dat de trigonometrische opneming van Java, wegens de natuurlijke gesteldheid van dat eiland, aan bijna onoverkomelijke zwarigheden verbonden is. Ik geloof dat eene algemeene opneming, niet slechts van het eiland Java, maar ook van den geheelen Indischen Archipel zich niet zoo moeijelijk zal betoonen, indien men zich in de armen der sterrekunde wil werpen, en hare onontbeerlijke hulp niet versmaden. De volstrekte Lengte en Breedte van een der hoofdpunten kan men, in geen geval, zonder de sterrekunde bepalen. De betrekkelijke ligging tusschen dit en andere, zeer ver verwijderde, hoofdpunten, zal ook, in elk geval, Breedte bepalingen en bepalingen van verschillen in Lengte, hetzij door sterrebedekkingen, hetzij door chronometers vorderen. De betrekkelijke ligging van plaatsen, die zoo nabij elkander zijn, dat de eene nog eenigermate uit de andere kan worden waargenomen, zal onvergelijkelijk ligter door Breedte met het universaalinstrument en Lengte door buskruid-seinen, dan door trigonometrische operatiën bepaald worden, en ik ben overtuigd, dat men, in de algemeene opneming van den Indischen Archipel, niet beter zal slagen, dan wanneer aldaar de Lengte-bepaling door buskruid-seinen en vuurpijlen, op eene groote schaal, wordt ingevoerd.

In de vroeger door mij aangehaalde stukken zal men de noodige teregtwijzingen vinden, omtrent de Lengtebepaling door kunstmatige seinen, die, zoo als de buskruid-vlammen, de vuurpijlen en het heliotropen-

licht, plotselijke verschijnselen teweeg brengen, welke op groote afstanden kunnen worden waargenomen. Door de verslagen van hen die zulke seinen hebben aangewend, zal men het best de zwarigheden leeren kennen, aan welke hun gebruik verbonden kan zijn en den weg, dien men moet inslaan, om die zwarigheden te ontwijken. Hoe voortreffelijk dit hulpmiddel zich steeds betoonde, bijna allen die het in toepassing bragten hebben over de omstandigheid geklaagd, dat het veel moeijelijker viel, het oogenblik van een der seinen, dan den doorgang eener ster voorbij den draad van eenen kijker, op een klein gedeelte van eene secunde na, waar te nemen, en het blijkt ook, dat men zeer dikwijls volstrekt geene kans zag, om daarbij op onderdeelen van secunden acht te geven. Bij den doorgang van eene ster voorbij den draad eens kijkers, wordt het schatten der onderdeelen van secunden verligt, door de plaatsen welke men de ster bij twee op elkander volgende tikken van het uurwerk, ter weerzijde van den draad ziet innemen, maar bij het waarnemen van een plotselijk verschijnsel verkrijgt men zulk eene aanschouwelijke voorstelling van de onderdeelen eener secunde, die men schatten moet, niet, en hoe moeijelijk hier het schatten moet wezen, ziet men ten duidelijkste in het worstelen daartegen, ook bij hen, die anders eene groote oefening in het waarnemen bezitten. Men heeft, reeds voor lang, allerlei hulpmiddelen bedacht, om de waarneming van een plotselijk verschijnsel, op een klein onderdeel eener secunde na, zonder schatting mogelijk te maken, maar welke soort van zoogenaamde *tertiën-tellers* of *compteurs* men daartoe te baat mogt nemen, het is steeds gebleken, dat men, bij eenige oefening, zonder

hunne hulp, nog iets verder dan met hunne hulp komen kon. In Noord-Amerika meent men dit, voor de sterrekunde in het algemeen, zoo hoogst gewigtig vraagstuk, door de toepassing van electrieke stroomen op sterrekundige werktuigen te hebben opgelost, en daardoor zelfs eene geheele omwenteling in de praktische sterrekunde te hebben voorbereid. Bij die oplossing ging men echter van het beginsel uit, dat het den waarnemer steeds mogelijk zij, met den vinger of met den voet op eene stift te drukken, juist op het oogenblik waarop hij een plotselijk verschijnsel waarneemt, en het werktuig dient eigenlijk tot niets anders, dan om het tijdstip van dat drukken aanteteekenen. Mag men van het genoemde beginsel uitgaan, zoo behoeft men echter zoo omslagtige en kostbare hulpmiddelen, als die der Noord-Amerikanen, niet, om hetzelfde doel te bereiken. Reeds voor jaren heb ik een hulpmiddel bedacht, dat onvergelijkelijk eenvoudiger, onkostbaarder en vervoerbaarder is, maar welks beschrijving mij hier, door de ruimte die zij zoude innemen, verboden wordt. Ik moet mij de beschrijving van dat hulpmiddel tot eene geschikte gelegenheid voorbehouden, en kan hier alleen berigten, dat ik het den Heer DE LANGE heb medegedeeld, op dat hij zich daarvan, bij de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel, zoude kunnen bedienen.

Het zal, uit de voorgaande overwegingen, maar al te duidelijk zijn gebleken, dat de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel niet dan zeer tragelijk zal kunnen voortgaan, indien zij door een' enkelen sterrekundige volbragt moet worden, maar het is er toch ver van daan, dat deze, zonder eenige

hulp, niet dan vruchtelooze pogingen zoude kunnen aanwenden. De meer volstrekte plaatsbepaling van het punt in den Indischen Archipel, tot hetwelk men de ligging van alle overige punten aldaar zal herleiden, kan door éénen sterrekundige, zonder eenige hulp van anderen, volbragt worden. Heeft hij echter de ligging van andere zeer ver verwijderde punten te bepalen, zoo zal hij aan ieder van die punten moeten hervatten, wat hij, om de ligging van het eerste te kennen, volbragt heeft, en daarbij van zijne vroegere waarnemingen weinig gebruik kunnen maken. Zonder hulp van anderen zal hij echter, van het eerste punt tot nabij gelegene, en van deze allengs tot meer verwijderde kunnen overgaan, en zoo, ten laatste ook de betrekkelijke ligging van vrij verwijderde plaatsen kunnen verkrijgen, indien die niet door te groote en ongeschikte vaarwaters, of door te slechte wegen van elkander zijn afgescheiden. De bepaling der Breedte behoeft nimmer eenige zwarigheid op te leveren, en de ondervinding heeft het geleerd, dat de bepaling van het Lengte-verschil tusschen twee plaatsen, die niet verder dan eenige dagreizen van elkander verwijderd zijn, ook door een' enkelen waarnemer kan geschieden, die met zijne chronometers gestadig heen en weder reist en zelf aan de eene plaats, zoo wel als aan de andere, onmiddellijk na zijne aankomst en onmiddellijk vóór zijn vertrek, zorg draagt voor eene zeer juiste tijdsbepaling. Ook kan hij zich van de bekende handelwijze bedienen, om de betrekkelijke ligging van twee plaatsen, door hare Breedte en haar Azimuth te bepalen. Bij die handelwijze moet echter eene der plaatsen, wier betrekkelijke ligging men bepalen wil, uit de andere zigtbaar zijn, en bij zeer

geringe verschillen in Breedte is zij in het geheel niet te gebruiken. Langzaam van de eene nabijgelegene plaats tot de andere voortkruipende, en gedeeltelijk den geodesischen gedeeltelijk den astronomischen weg betredende, zal echter één waarnemer, zonder hulp, door den tijd belangrijke vorderingen kunnen maken, maar die tijd zal zekerlijk tot op veel minder dan de helft worden ingekort, zoo hem een geschikte medearbeider wordt toegevoegd.

Ik acht het niet overbodig aan het slot van dit hoofdstuk eenige voorzorgen te vermelden, die men, bij het volbrengen van sterrekundige waarnemingen, altijd behoorde in acht te nemen, maar die, hoe gewigtig zij wezen mogen, nergens opzettelijk zijn voorgeschreven. Sommigen mogen die voorzorgen en hare vermelding beuzelachtig oordeelen, maar wie vele jaren in de praktische sterrekunde heeft doorgebragt, zal hare belangrijkheid erkennen, en het zoude niet moeijelijk vallen door voorbeelden aantetoonen, dat menig sterrekundige zich, door hare verwaarloozing, veel leeds berokkend heeft. In de eerste plaats is het noodzakelijk dat men zich, zoo goed mogelijk, voorbereide, voor de waarnemingen, welke men hoopt den volgenden nacht te zullen volbrengen. Men moet elken nacht vooruit met juistheid hebben bepaald, welke hemellichten men zal waarnemen en hoe men die zal waarnemen. Geene voorbereidende berekeningen, die de waarnemingen veiliger en zekerder kunnen maken, of haren ongestoorden voortgang kunnen bevorderen, mogen verwaarloosd worden, en mogt men zijne waarnemingen aanvangen, zonder zich zoo veel mogelijk te hebben voorbereid, zoo zal men die ook veelal grootendeels zien mislukken. Bij het onmid-

dellijk opschrijven der waarnemingen kan men zich bezwaarlijk van pen en inkt bedienen, doch men moet daartoe ook nimmer eene lei gebruiken. Men schrijve de waarnemingen, in groote en duidelijke cijfers, onmiddellijk met potlood op papier, en dat niet op losse blaadjes, maar regelmatig in boekjes, die zorgvuldig bewaard worden, ook nadat zij niet meer noodig schijnen. Het overschrijven der waarnemingen met inkt in een dagboek, moet, zoo spoedig mogelijk nadat zij volbragt zijn, en bij voorkeur nog in den zelfden nacht, geschieden. Men moet de herleiding der waarnemingen zoo min mogelijk uitstellen, en er zich op toeleggen dat de waarnemingen, die den eenen nacht zijn in het werk gesteld, reeds den volgenden dag herleid worden, in zoo ver als zij, zonder de kennis van overeenstemmende waarnemingen, voor herleiding vatbaar zijn. Ik zal hier niet uitweiden over de redenen, waarom ik al deze maatregelen noodzakelijk acht, maar ik durf de verzekering geven, dat men hen verwaarloozende, vooral bij uitgebreide sterrekundige plaatsbepalingen, dikwijls in ongelegenheden zal geraken.

DERDE HOOFDSTUK.

DE STOFFELIJKE HULPMIDDELEN, VOOR DE STERREKUNDIGE PLAATSBEPALING IN DEN INDISCHEN ARCHIPEL, UITGEKOZEN EN AANGESCHAFT.

Het is natuurlijk dat de stoffelijke hulpmiddelen, die men voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel behoefde, grootendeels moesten bestaan uit draagbare sterrekundige werktuigen, maar dat zoo wel het doelmatig gebruik als de onderhouding dezer werktuigen nog andere hulpmiddelen vorderde, die geene sterrekundige werktuigen genoemd kunnen worden. Er zijn hulpmiddelen, in den vorm van boekwerken, zonder welke het onmogelijk zoude zijn, ook met de keurigste werktuigen, eenige geregelde waarnemingen te volbrengen en uit die waarnemingen eenige gevolgtrekkingen afteleiden, zoodat een praktisch sterrekundige hun bezit voor even zoo onontbeerlijk, als dat van zijne werktuigen houden moet. Deze hulpmiddelen bestaan in sterrelijsten, sterrekaarten, sterrekundige almanakken en sterrekundige hulptafels, van welke althans de meest noodzakelijke aan de werktuigen voor de zending moesten worden toegevoegd. In de sterrelijst, uitgegeven onder den titel:

The Catalogue of stars, of the Britisch Association for the advancement of science etc. London 1845, zijn vele andere vereenigd, die men niet zoo ligtelijk kan verzamelen, en daarom heb ik het noodig geoordeeld deze, in weerwil van hare verregaande kostbaarheid, voor de zending aanteschaffen, en aan haar slechts een paar kleinere sterrelijsten toetevoegen, die door eene bijzondere naauwkeurigheid uitmunten. De sterrekaarten van ARGELANDER moesten dienen voor het herkennen van voor het bloote oog zigtbare, die van HARDING voor het herkennen van voor het bloote oog onzigtbare sterren. Vooral de laatste waren noodzakelijk, opdat men zich op de waarneming van talrijke sterrebedekkingen zoude kunnen voorbereiden, opdat men de sterren zoude kunnen herkennen, wier bedekking onvoorbereid mogt zijn waargenomen, en, opdat men bij veelsoortige andere waarnemingen, de onontbeerlijke wegwijzers aan den hemel zoude bezitten. Buiten den zoo volledigen *Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris* heb ik geene sterrekundige almanakken noodig geoordeeld, en van deze zijn de jaargangen van 1851 tot 1853 aangeschaft, terwijl men, naar mijne meening, geene andere eigenlijke sterrekundige hulptafelen behoefde, dan de volstrekt onontbeerlijke *Sammlung von Hülfstafeln von* H. C. SCHUMACHER. *Neu herausgegeben und vermehrt von* G. H. L. WARNSTORFF, *Altona* 1845. Als noodwendige vraagbaken, bij de waarnemingen zoo wel als bij de berekeningen, niet alleen voor den Heer DE LANGE, maar ook en veel meer voor hen die met hem zullen arbeiden, waren naar mijne meening drie boekwerken noodig, namelijk de beschrijving der Russische graadmeting, het Fransche stuk van STRUVE over het pas-

sage-instrument, en het werk van RÜMKER over Lengtebepaling door de maan. Bij het vertrek van den Heer DE LANGE was het zelfs nog niet bekend, dat eene vertaling van het werk van SAWITSCH zoude verschijnen. Nu eene vertaling van dat werk bestaat, behoort zij aan de kleine boekverzameling, voor de zending bestemd, te worden toegevoegd.

Is het elken praktischen sterrekundige noodzakelijk, dat hij zich in staat bevinde, om zelf zijne werktuigen te reinigen, te onderhouden en van de kleine ongemakken te bevrijden, die hen zoo ligtelijk bezoeken, vooral is dit eenen sterrekundige onontbeerlijk, die, in den Indischen Archipel, op de hulp van eenen instrument-maker volstrekt niet hopen kan. Een enkel verlamd schroefje kan een werktuig onbruikbaar maken en het werktuig weigert zijne diensten, indien slechts het draden-net des kijkers, dat uit spinragjes bestaat, beschadigd mogt worden, of wanneer de ether, met welke de niveau's gevuld zijn, te zeer mogt verdampen. Vooral dit laatste is meer dan eenmaal eenen reiziger in een warm en vochtig land overkomen, als het vischlijm zich losliet van de vliesjes, met welke het niveau wordt gesloten, en die zich in het herstellen van dergelijke ongemakken niet geoefend heeft, zal ligtelijk of voor een' geruimen tijd, of voor goed, zijne waarnemingen moeten staken. Bij de zending naar Oost-Indië moest niet alleen gezorgd worden voor hetgeen zekerlijk geschieden zoude, maar ook voor hetgeen, naar meerdere of mindere waarschijnlijkheid, geschieden kon, en daarom was het noodzakelijk, dat de Heer DE LANGE zich oefende in het uitéén nemen, het inéén zetten en het reinigen, ook van de inwendige deelen der werktuigen, in het maken van schroe-

ven en andere kleine metalen voorwerpen, in het vervaardigen van draden-netten uit spinraggen, in het vullen van niveau's enz. en voor al die oefeningen werd hem op het observatorium te Leiden de noodige gelegenheid aangeboden, omdat men daar gewoon is, voor de onderhouding der werktuigen, voor het volbrengen van kleine herstellingen en het vervaardigen van eenvoudige hulpmiddelen, die men zoo ligtelijk onverwacht kan behoeven, nimmer zijne toevlugt tot anderen te nemen. Opdat de Heer DE LANGE, na zijne oefeningen, steeds zich zelven zoude kunnen helpen en nimmer, voor een' langen tijd, een der werktuigen buiten dienst zoude behoeven te stellen, moest hem gereedschap van verschillenden aard en een goede voorraad van spinnenesten, oliën, ether, alcohol, kwik, koper, staal, schuurpapier enz. worden medegegeven. Ook was het noodig dat reeds te Leiden de lampjes werden vervaardigd, die men zoude behoeven om het veld van de kijkers der werktuigen en de verdeelingen bij nacht te verlichten, en te zorgen voor houten onderstellen, op welke men de werktuigen zoude moeten plaatsen, indien het aan de gelegenheid mogt ontbreken, om zich van steenen te bedienen. Deze schijnbare kleinigheden eischten vele zorgen, en door hare talrijkheid hebben zij, met elkander, niet onbeduidende uitgaven gevorderd.

De keuze der eigenlijke sterrekundige werktuigen, die verre weg het grootste gedeelte der beschikbare som zouden eischen, en aan welke nog vele hulpwerktuigen moesten worden toegevoegd, moest geregeld worden naar de handelwijzen, die voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel bij voorkeur zouden worden aangewend. Ik heb gemeend

niet alleen bij de keuze dier werktuigen, maar ook bij de beslissing der vraag, aan welke handen hunne vervaardiging moest worden toevertrouwd, bepaalde beginselen in acht te moeten nemen. Sterrekundige werktuigen worden thans door velen vervaardigd, en ook door sommigen, die van hunne eischen niet het minste denkbeeld bezitten, maar uiterst gering is nog steeds het getal der beroemde kunstenaars, die, in vereeniging met sterrekundigen, naar de hoogst mogelijke volkomenheid hunner voortbrengselen streefden, en van wie men reeds vooruit verzekerd is, iets zeer voortreffelijks te zullen ontvangen. Bij zulke kunstenaars alleen wilde ik mij bepalen, en ik oordeelde het zelfs noodig, met geenen hunner over een werktuig in onderhandeling te treden, van hetwelk ik niet wist, dat het reeds herhaaldelijk door hem was vervaardigd geworden, want ik wenschte dat de werktuigen voor de zending, veel meer uitvloeisels van vroegere studiën, dan aanleidingen tot nieuwe proefnemingen der kunstenaars zouden wezen, en dat zij, even min de nieuwste wezenlijke verbeteringen, als de oude, door de ervaring geijkte inrigtingen, zouden miskennen. Aan tijd gebonden en aanvankelijk zelfs zeer gejaagd, kon geen kunstenaar mij dienen, die niet, ten minste in eenige maanden, de bestelde voorwerpen kon afleveren. Eene bijzondere zorg eischte de beslissing van de afmetingen, welke aan de sterrekundige meetwerktuigen gegeven moesten worden, op dat deze het best aan de eischen der zending zouden kunnen voldoen. In den regel zijn die werktuigen voortreffelijker, naar mate zij grooter zijn, maar in eene veel sterkere verhouding zijn zij kostbaarder en minder vervoerbaar. De afmetingen dier

werktuigen moesten groot genoeg zijn, om de vereischte naauwkeurigheid toetelaten, en toch weder niet zoo klein, dat die naauwkeurigheid alleen met onmatige inspanning en herhaling der waarnemingen kon worden verkregen. Bovendien moesten de werktuigen zoodanig worden gekozen, dat de beschikbare som niet te kort schoot om twee sterrekundigen behoorlijk toeterusten, die zich gelijktijdig, aan verschillende plaatsen, met dezelfde soort van waarnemingen zouden bezig houden. Zelden heeft men eene zoo keurige verzameling van sterrekundige werktuigen, tot hetzelfde tijdvak behoorende, als die voor de zending naar Oost-Indië bijeengebragt, en daarom zal hare korte beschrijving, ook uit een wetenschappelijk oogpunt beschouwd, niet onbelangrijk geacht worden. Met die beschrijving moet ik hier echter nog een ander doel beoogen. Ik wenschte namelijk door haar niet alleen mijne keuze te regtvaardigen, maar ook de eigenlijke bestemming van elk bijzonder werktuig nader toetelichten, en langs dien weg eene juiste waardering en een doelmatig gebruik der werktuigen, door hen aan wie zij zullen worden toevertrouwd, ook voor de toekomst, eene hoogere waarschijnlijkheid bij te zetten.

Bij alle soorten van waarnemingen, die op sterrekundige plaatsbepaling betrekking hebben, zijn voortreffelijke uurwerken een hoofdvereischte en daar deze de grootste diensten bewijzen als zij draagbaar zijn, moest in de eerste plaats voor twee uitmuntende zoogenaamde chronometers gezorgd worden. Om meer dan eene reden oordeelde ik het raadzaam, over die stukken te onderhandelen met den beroemden kunstenaar, den Heer J. DENT te Londen. Door de Rus-

sische chronometer-expeditiën vooral, was de hooge waarde der chronometers van DENT ten volle gebleken, zoo dat de chronometers der expeditiën, welke boven alle andere, in de regelmatigheid van hunnen gang, hadden uitgemunt, bijna alle van DENT herkomstig waren. Daarbij was het bekend, dat, aan de uitgebreide fabriek van den Heer DENT, steeds een goed getal dier stukken in voorraad aanwezig is, en ook in het bijzonder bevelen zij zich aan, door de zeer matige prijzen, voor welke zij, in weerwil van hunne hooge voortreffelijkheid, worden afgeleverd. De Heer DENT verklaarde zich, op mijn aanzoek, bereid, om de twee beste, uit den voorraad zijner chronometers, voor mij uit te zoeken, en deze werden, na eene korte onderhandeling, ten behoeve der zending, elk voor den prijs van 45 guinjes, aangekocht. Deze chronometers, welke reeds in de maand Februarij des jaars 1850 te Leiden werden ontvangen, zijn met de nummers 2230 en 2231 geteekend. Zij loopen 56 uren, zonder te worden opgewonden, en hebben een betooverend schoon voorkomen, zoo wel in hunne uitwendige vormen, als in hun inwendig maaksel. De compensatie-balans dezer chronometers is op eene nieuwe wijze ingerigt, ten einde het gebrek der gewone inrigting te verhelpen, hierin bestaande, dat de compensatie geen' gelijken tred neemt met de temperatuur, zoo dat een chronometer, bij twee zeer aanmerkelijk verschillende temperaturen, denzelfden gang kan bezitten, zonder echter dien gang, ook bij daar tusschen in gelegene temperaturen te bewaren. De twee chronometers van DENT hebben zich zoo voortreffelijk betoond, dat zij de allervolmaakste evenaren, wier gang immer openlijk is bekend gemaakt.

Het universaal-instrument, dat de eigenschappen van onderscheidene andere werktuigen in zich vereenigt, dat als een passage-instrument is ingerigt, en daarbij het meten van horizontale en vertikale hoeken, met eene juistheid toelaât, aan het vermogen van zijnen kijker geëvenredigd, is toereikend voor alle waarnemingen, die men bij de sterrekundige plaatsbepaling te volbrengen heeft. Te meer daar ik voor de Breedte-bepaling, in den Indischen Archipel, het meest verwacht van zeniths-afstanden van sterren nabij den Meridiaan gemeten, en voor de Lengte-bepaling niet alleen van sterrebedekkingen, maar ook van de waarneming der tijdstippen, waarop de maan en hare vergelijkings-sterren dezelfde hoogte bereiken, en wel kon voorzien dat men, voor de plaatsbepaling, ook dikwijls tot Azimuth en naauwkeurige meting van horizontale hoeken zijne toevlugt zoude moeten nemen, meende ik, dat twee uitmuntende universaal-instrumenten de voornaamste werktuigen der verzameling moesten uitmaken. Bij de beoordeeling der afmetingen, welke die werktuigen moesten bezitten, om in alle opzigten aan hunne bestemming te kunnen beantwoorden, zoude ik tot de talrijke onderzoekingen, omtrent het vermogen van kleine werktuigen, door anderen volbragt, mijne toevlugt hebben kunnen nemen, indien mijne eigene onderzoekingen mij daaromtrent geene zekerheid gegeven hadden. De onderzoekingen van STRUVE vooral, hebben ten volle bewezen, dat de naauwkeurigheid, welke sterrekundige werktuigen toelaten, geenszins aan hunne afmetingen en prijzen geëvenredigd is, en dat, ook met sterrekundige werktuigen van de allerkleinste soort, eene juistheid bereikt kan worden, voor sterrekundige

plaatsbepalingen allezins toereikend. Men zoude kunnen vragen of de uitkomsten, die STRUVE voor het vermogen van kleine werktuigen verkregen heeft, als een' algemeenen maatstaf ter beoordeeling van dat vermogen kan worden aangenomen, daar hetgeen door dezen wereldberoemden sterrekundige, met kleine werktuigen, is volbragt, de krachten van anderen zoude kunnen te boven gaan, welke niet met de buitengewone gaven van dien grooten man zijn bedeeld geworden. Op deze bedenking zal ik eenvoudiglijk antwoorden, dat zij die te Leiden, even als de Heer DE LANGE, voor het volbrengen van sterrekundige waarnemingen zijn opgeleid en daarvoor zijn goedgekeurd, de naauwkeurigheid, met kleine werktuigen, althans niet minder ver dan STRUVE drijven, en dat zij door den Heer J. A. C. OUDEMANS, die in ijver en begaafdheden uitmunt, zelfs tot eene nog merkbaar grootere hoogte wordt opgevoerd. Er zijn wijders genoeg waarnemingen volbragt en openlijk bekend gemaakt, uit welke zich het vermogen der allerkleinste werktuigen in het algemeen laat beoordeelen. Zoo gaf BESSEL, in het jaar 1831 (*Astr. Nachr.* N°. 216) eene onderzoeking van de naauwkeurigheid, die voor tijd- en Breedte-bepaling bereikt kan worden, met een klein kijkertje, van eenen acht duims theodoliet genomen, en als een passage-instrument ingerigt. STRUVE vergeleek, in het jaar 1833, opzettelijk een klein passage-instrument van ERTEL, dat eenen kijker van slechts 13 lijnen opening en 13 duimen lengte had, bij den grooten meridiaan-cirkel op het observatorium te Dorpat (*Astr. Nachr.* N°. 237 en 238), met het doel, om het betrekkelijk vermogen van die beide, in afmetingen zoo hemelsbreed verschillende werktuigen,

voor de bepaling van tijd en Lengte door maan-culminatiën te kennen. Staat men, bij die onderzoekingen, verbaasd over de naauwkeurigheid, welke met een zoo klein werktuig bereikt kan worden, zij bewijzen tevens, dat het voor tijd- en Lengte-bepaling een toereikend vermogen bezit. In het jaar 1834 volbragt STRUVE, op eene reis van Dorpat naar München, onderscheidene Breedte- en Azimuth-bepalingen, met een klein universaal-instrument van ERTEL, bij hetwelk de horizontale cirkel eene middellijn van 6 duimen, de vertikale cirkel eene middellijn van 4 duimen en de kijker eene opening van 10 lijnen, met eene lengte van 10 duimen had. (*Astr. Nachr.* N°. 292). Bij die bepalingen moesten, natuurlijkerwijze, de cirkels des werktuigs aangewend worden, en het bleek dat ook zoo kleine cirkels, de bepaling der Breedte op eene enkele secunde na gedoogen. Een ervaren beminnaar der sterrekunde, de Heer HÜLSMANN, weleer Predikant te Elberfeld, thans Consistorialrath te Dusseldorp, heeft daarna tijd- en Breedtebepalingen, met een even zoo klein universaal-instrument als dat van STRUVE, openlijk bekend gemaakt, (*Astr. Nachr.* N°. 396 en 639), door welke dezelfde uitkomsten, omtrent de naauwkeurigheid, die met zulk een werktuig bereikt kan worden, werden verkregen. Een universaal-instrument van de genoemde afmetingen is het kleinste dat men, voor wezenlijke sterrekundige waarnemingen, bestemde, en gewoonlijk worden nog twee andere soorten van universaal-instrumenten door de kunstenaars vervaardigd, van welke de eene cirkels heeft van omtrent 8, de andere van omtrent 12 duimen in middellijn. De prijzen van deze drie werktuigen bedragen omtrent *f* 400, *f* 1000

en *f* 2000. De kleinste soort heeft hare onkostbaarheid en hare ligte vervoerbaarheid in haar voordeel, maar ofschoon zij eene toereikende naauwkeurigheid kan opleveren, heb ik het noodig geoordeeld, om niet uitsluitend haar voor de zending naar Oost-Indië te bestemmen. Het gebruik der zeer kleine werktuigen vordert eene sterke inspanning, als men met hen al de naauwkeurigheid wil bereiken, waarvoor zij vatbaar zijn, en is er geen bezwaar aan die inspanning verbonden, bij een onderzoek dat voor eene enkele maal wordt ondernomen, geheel anders wordt dit, als men jaren achtereen, elken dag, soortgelijke onderzoekingen te volbrengen heeft. Buitendien kan men met een werktuig van grootere afmetingen dezelfde naauwkeurigheid, niet alleen met minder inspanning, maar ook met eene mindere opoffering van tijd verkrijgen. De zeer kleine werktuigen hebben daarbij nog een ander zeer wezenlijk bezwaar, hierin bestaande, dat zij ook zeer kleine kijkers voeren, door welke zich de kleinere sterren, die nog met de vereischte naauwkeurigheid zijn bepaald, in een verlicht veld, niet meer met de noodige duidelijkheid laten onderscheiden. De spoedige en regelmatige voortgang der waarnemingen en zelfs de naauwkeurigheid der einduitkomsten, vordert dat men telkens sterren te zijner beschikking hebbe, als men die behoeft, en men ondervindt dikwijls eene treurige belemmering, indien men, door de mindere kracht des kijkers, gedrongen wordt zich bij de helderste sterren te bepalen. Om die reden is het mij het meest geschikt voorgekomen, twee universaal-instrumenten van de tweede soort te kiezen. Deze werktuigen zijn niet al te kostbaar, vorderen, zelfs bij hun gestadig gebruik,

geene te sterke inspanning, veroorloven de waarneming van zelfs vrij kleine sterren, en zijn daarbij ligt genoeg om, door éénen persoon, zonder vermoeijenis, op hunne voetstukken te kunnen worden opgesteld en weder in hunne kisten geborgen te wòrden. Er kunnen omstandigheden plaats hebben, bij welke het wenschelijk of noodig kan worden waarnemingen te volbrengen, aan eene plaats, werwaarts men een werktuig van zulk een gewigt niet ligtelijk kan vervoeren. Bij geodesische opnemingen vooral, zoude het gebruik van grootere werktuigen zijne moeijelijkheden kunnen baren, indien men daarbij het bestijgen van bergen niet kan vermijden, en daarom heb ik het noodig geacht, aan de twee grootere universaal-instrumenten, nog een der kleinste afmetingen toetevoegen, dat men ook gewoon is dan alleen te gebruiken, als men de middelen voor een grooter werktuig niet bezit, of als het medevoeren van een grooter werktuig, op eene reis, een te groot bezwaar zoude wezen.

De universaal-instrumenten kunnen beschouwd worden als wijzigingen van de zoogenaamde sterrekundige theodolieten, die zij thans bijna geheel verdrongen hebben, en werden, naar dezelfde hoofdbeginselen als die van de thans gebruikelijke, reeds voor een aantal jaren, door REICHENBACH, vervaardigd. Aan de volmaking dier werktuigen is gestadig gearbeid, vooral door de beroemde kunstenaars REICHENBACH, ERTEL en REPSOLD, in vereeniging met en naar de inlichtingen van de sterrekundigen SCHUMACHER, BESSEL en STRUVE. SCHUMACHER heeft een' grooten invloed op de volkomenheid der werktuigen van ERTEL uitgeoefend, en, vooral ook in de laatste jaren van zijn leven, met

REPSOLD, aan de volmaking der universaal-instrumenten gearbeid, terwijl ook STRUVE niet naliet dezen beroemden kunstenaar de verbeteringen van dat werktuig aantebevelen, die eene langdurige ondervinding hem als nuttig en wenschelijk hadden doen kennen. De gebroeders REPSOLD, die zich door hunne talenten den hoogsten naam als kunstenaars en zelfs de bewondering van mannen als BESSEL en STRUVE hebben verworven, bragten, in de laatste jaren, eenige universaal-instrumenten tot stand, wier inrigting als de tegenwoordige slotsom van de onderzoekingen der beroemdste geleerden en kunstenaars kan worden aangemerkt, en van wier verwonderlijke volkomenheid herhaaldelijk openlijke proeven zijn gegeven. In het jaar 1847 zag ik een nieuw universaal-instrument van de grootste soort, door de gebroeders REPSOLD vervaardigd, op het observatorium te Altona; een ander, van dezelfde grootte, op het observatorium te Berlijn en een derde, van de tweede soort, op het observatorium te Leipzig. Wie eenmaal de werktuigen van de gebroeders REPSOLD met eigene oogen heeft aanschouwd, en zich daarbij de waarnemingen herinnert door STRUVE en BESSEL met die werktuigen volbragt, moet, als hij zelf sterrekundige werktuigen behoeft, wel vuriglijk wenschen, die uit hunne handen te mogen ontvangen; maar bij de gebroeders REPSOLD is alles op de volkomenheid, en niets op de talrijkheid hunner voortbrengselen ingerigt, en in den regel kan men zich van hunne gunsten niet bedienen, indien men een werktuig behoeft, dat binnen weinige maanden moet worden afgeleverd. Ik kon alzoo naauwelijks hopen dat het mij vergund zoude zijn, in de verzameling voor de zending naar Oost-Indië, een of

meer werktuigen van de gebroeders REPSOLD op te nemen, maar daaromtrent was toch niets met zekerheid te beslissen, voor dat ik met deze beroemde kunstenaars in eene briefwisseling was getreden. Het geluk diende mij op eene buitengewone wijze, daar bij de Heeren REPSOLD juist twee, bijna geheel voltooide, universaal-instrumenten voorhanden waren, die lang te voren door eenen der Hongaarsche edelen waren besteld, welke, bij den opstand in het jaar 1848, het leven verloren. Deze twee werktuigen waren alzoo beschikbaar, en konden in eenen betrekkelijk zeer korten tijd worden afgeleverd. Het eene behoorde tot de grootste soort, en was verkrijgbaar voor den prijs van 2000 Marken Banko, of 1000 Pruissische Thalers; het andere, dat tot de tweede soort behoorde, zoude 1200 Marken Banko of 600 Pruissische Thalers moeten kosten. Het kleinere werd voor de Oost-Indische zending bestemd, en de Heeren REPSOLD beloofden het zoo spoedig te zullen voltooijen, als eene volkomene uitvoering dit gedoogde. Dit werktuig werd, onder alle werktuigen voor de zending naar Oost-Indië, het eerst besteld, maar, door verschillende omstandigheden in zijne voltooijing vertraagd, is het het allerlaatst op het observatorium te Leiden aangekomen.

Daar er geen uitzigt bestond, dat ik de beide overige nog benoodigde universaal-instrumenten uit de handen van de Heeren REPSOLD zoude kunnen ontvangen, was ik verpligt mij, voor die werktuigen, elders te vervoegen. Eene wetenschappelijke reis, in het jaar 1847 ondernomen, had mij ook met onderscheidene beroemde kunstenaars en hunne werkplaatsen bekend gemaakt en onder deze hadden in het bijzonder de

Heeren PISTOR en MARTINS te Berlijn mijne aandacht tot zich getrokken, zoo dat ik meende de vervaardiging der beide overige universaal-instrumenten bij voorkeur aan hen te moeten toevertrouwen. De Heeren PISTOR en MARTINS hadden zich, door de vervaardiging van onderscheidene groote en kleinere sterrekundige werktuigen, onder welke ook de meridiaan-cirkel van het observatorium te Berlijn behoort, beroemd gemaakt. Aan hunne werkplaats getuigt alles van naauwgezetheid en oorspronkelijkheid. Op het observatorium te Berlijn was een groot universaal-instrument van REPSOLD aanwezig, dat hun, indien het noodig mogt zijn, tot model kon strekken; de sterrekundige ENCKE zoude hun de teregtwijzingen niet onthouden, die zij mogten behoeven, en het was mij duidelijk genoeg gebleken, dat zij, ver van slaafsche navolgers te zijn, door hun eigen vernuft en hunne talenten, aan de bestaande werktuigen belangrijke verbeteringen wisten toe te brengen. De Heeren PISTOR en MARTINS betoonden zich bereid om de beide overige universaal-instrumenten te leveren, en beloofden die reeds na verloop van weinige maanden te zullen afzenden, doch zij weigerden de glazen voor de kijkers van beide werktuigen uit München te ontbieden, zoo als dit anders door nagenoeg alle kunstenaars in Europa buiten Groot-Brittanje, en ook door REPSOLD, geschiedt. Zij beweerden, dat hunne glazen dezelfde volkomenheid als die uit München bezitten, en ik moest genoegen nemen met hunne begeerte, om hunne werktuigen met geheel door hen zelven vervaardigde kijkers toeterusten. Het grootere werktuig zoude 450 Pruissische Thalers, het kleinere 200 Pruissische Thalers kosten, en beide werden in de maand Junij des jaars

1850, in de volkomenste orde, op het observatorium te Leiden ontvangen.

Het kleinere universaal-instrument van PISTOR en MARTINS heeft nagenoeg dezelfde inrigting, als die gewoonlijk aan deze werktuigen der allerkleinste soort gegeven wordt, en daar het ook door SAWITSCH met uitvoerigheid is beschreven en afgebeeld, terwijl vele waarnemingen zijn bekend gemaakt, met werktuigen van die grootte volbragt, oordeel ik het overbodig hier, omtrent dit werktuig, in eenige bijzonderheden te treden. Alleenlijk wil doen opmerken, dat, bij dit werktuig, de cirkels op hunne assen niet verzet kunnen worden, om de meting van denzelfden hoek op verschillende deelen van den omtrek der cirkels te kunnen volbrengen, welke inrigting ERTEL, althans aan den vertikalen cirkel ook van zijne kleinste universaal-instrumenten, heeft gegeven. De fouten der verdeeling moeten dus, bij den horizontalen cirkel, verminderd worden, door het geheele werktuig te verplaatsen en bij den vertikalen cirkel, door verschillende zeniths-afstanden voor hetzelfde doel aantewenden. Op het observatorium te Leiden bevindt zich een universaal-instrument van ERTEL, van omtrent dezelfde grootte en denzelfden prijs als de twee grootere voor de zending naar Oost-Indië, maar dat reeds voor twaalf jaren vervaardigd is, en daardoor eene nu reeds eenigzins verouderde inrigting heeft verkregen. Men heeft dus te Leiden de gelegenheid gehad om drie werktuigen, voor hetzelfde doel en van dezelfde grootte, van drie der allerberoemdste thans bestaande werkplaatsen herkomstig, te beoefenen en met elkander te vergelijken; eene gelegenheid op welke menige sterrekundige hoogen prijs zoude stellen, maar die te kort

duurde, daar het werktuig van PISTOR en MARTINS werd ingepakt en digt gesoldeerd, een paar dagen na dat dat van REPSOLD was aangekomen. Het universaal-instrument van ERTEL is, met groote uitvoerigheid, door STRUVE, in zijn werk over de Russische graadmeting beschreven en afgebeeld, en zekerlijk zoude ik velen eene belangrijke dienst bewijzen, door hier eene even zoo uitvoerige beschrijving en afbeelding der werktuigen van REPSOLD en PISTOR en MARTINS te geven, maar dit wordt mij, door de daarmede gepaard gaande onkosten, verboden. Ik wil echter niet nalaten de hoofdsom mede te deelen, van hetgeen een streng onderzoek omtrent de betrekkelijke waarde van beide laatstgenoemde werktuigen heeft opgeleverd, daar dit voor de zending zelve, welke zij dienen moeten, niet onbelangrijk is. Ik zal daarbij niets anders dan de wetenschap in het oog houden, en mijn oordeel uitspreken, even zoo als of de Heeren REPSOLD en PISTOR en MARTINS mij persoonlijk onbekend waren, en ook in den wereldberoemden naam, welken zich in het bijzonder de Heeren REPSOLD verworven hebben, geene wettige reden zien, om alles wat uit hunne handen gekomen is, onvoorwaardelijk goed te keuren.

Bij de universaal-instrumenten, die niet tot de allerkleinste soort behooren, worden thans de verdeelingen der cirkels gewoonlijk niet door noniën, maar door mikroskopen met mikrometers afgelezen, en reeds hierdoor moet een aanmerkelijk verschil in uitwendigen vorm, tusschen het oudere universaal-instrument van ERTEL en de nieuwere van REPSOLD en PISTOR en MARTINS bestaan. De mikroskopen met hunne mikrometers kunnen zoodanig worden ingerigt en aangebragt, dat het voordeel, hetwelk zij boven de noniën

aanbieden, grootendeels verloren gaat, doch indien zij op zulk eene wijze als op het werktuig van PISTOR en MARTINS zijn ingerigt en aangebragt, zal men hen, zonder eenigen twijfel, boven de noniën verkiezen. Het is ten hoogste opmerkenswaardig hoezeer de twee universaal-instrumenten van REPSOLD en PISTOR en MARTINS, ofschoon voor hetzelfde doel bestemd en naar hetzelfde beginsel gebouwd, in uitwendigen vorm en in de plaatsing en zamenstelling hunner bijzondere deelen, van elkander verschillen. Bij het universaal-instrument van PISTOR en MARTINS bestaat het voetstuk uit een zwaren metalen cirkel, aan één stuk gegoten met drie, buiten zijnen omtrek even uitstekende deelen, door welke drie schroeven loopen, die het werktuig tot voeten dienen. In dezen cirkel is, aan zijn bovendeel, een zware metalen ring ingelaten, die de mikroskopen van den horizontalen cirkel draagt, en geheel van de bewegelijke deelen des werktuigs afgescheiden, zich om het middelpunt van het voetstuk laat omdraaijen, terwijl hij, met zijne mikroskopen, in elken azimuthalen stand, door twee tegen over elkander geplaatste schroeven, op het stevigst aan het voetstuk des werktuigs kan worden vastgeklemd. Onmiddellijk boven den cirkel, die het werktuig tot voetstuk dient, bevindt zich de eigenlijke horizontale cirkel, die iets kleiner is en, aan eene metalen bos bevestigd, met het geheele bovendeel des werktuigs, om eene vaststaande vertikale as, wordt omgedraaid. Nabij den cirkel wordt de bos door eenen ring omvat, welke aan die bos kan worden vastgeklemd, en die één stuk uitmaakt met eenen arm, welke, aan eene bepaalde plaats van het voetstuk, door eene veêr, tegen het uiteinde van eene schroef wordt aan-

gedrukt. Door die schroef verkrijgt het bovendeel des werktuigs zijne fijne horizontale beweging, en daar de moer, door welke zij loopt, aan het voetstuk is bevestigd, belet de arm, dien zij bestuurt, dat de mikroskopen over den geheelen omtrek van het voetstuk kunnen worden omgedraaid. De horizontale cirkel heeft twee verdeelingen, eene grovere aan zijnen buitenrand en eene zeer fijne, iets meer naar binnen. Die verdeelingen liggen beide in de vlakte van den cirkel zelven. De grovere dient, om, door eenen klapnonius, die aan het voetstuk is bevestigd, de graden en minuten te doen aflezen en het werktuig in een bepaald Azimuth te stellen; de fijnere komt onder de mikroskopen, en dient voor het aflezen der secunden. De mikroskopen hebben een' vertikalen stand, en staan alzoo naauwkeurig loodregt op de vlakte der verdeeling, doch tusschen het objectief en het oculair der mikroskopen is een prisma aangebragt, door hetwelk men, bij het aflezen, in eene horizontale rigting ziet. Bij die inrigting is het aflezen, bij elken stand van het bovendeel des werktuigs, even gemakkelijk, en loopt men nimmer gevaar om met het hoofd tegen het bovendeel des werktuigs te stooten. Dit voorregt zal vóór zeer groot gehouden worden, door iedereen, die gewoon is met een universaal-instrument als dat van ERTEL te arbeiden, bij hetwelk men den horizontalen cirkel niet twéé, maar vier noniën heeft gegeven, die alle bijna geheel onder de twee vertikale cirkels vallen, zoo dat men bij het aflezen niet weet waar men het hoofd zal bergen en, ook met de uiterste omzigtigheid en in allerlei gedwongene en vermoeijende houdingen van het hoofd, het stooten tegen het bovendeel des werktuigs toch niet altijd vermijden kan.

De mikroskopen zijn zoo stevig aan het voetstuk bevestigd, dat men, zelfs bij eene aanmerkelijke zijdelingsche drukking, naauwelijks eene verplaatsing bespeurt en de schroeven der mikrometers, zonder eenig gevaar voor eene schadelijke buiging, kan besturen. Het bovenste gedeelte van het werktuig, bestaande uit de horizontale as, den kijker en de beide vertikale cirkels, wordt gedragen door twee zware armen, die één stuk uitmaken met de bos aan welke de horizontale cirkel is bevestigd. Het rust niet, aan de assen, met al zijn gewigt op zijne pannen, maar wordt door wrijvingsrollen ondersteund, op welke spiraal-veêren werken. De twee vertikale cirkels zijn, ter wederzijde, onmiddellijk tegen den cubus aangeschroefd, die het middelste deel van de horizontale as uitmaakt, en in welken zich het prisma van den kijker bevindt, zoo dat zij zoo digt bij elkander en bij het midden der as gebragt zijn, als de dikte des kijkers het gedoogde. Door deze inrigting wordt de as in haar midden wel iets zwaarder belast dan bij de oudere werktuigen, maar zij was noodig om te verhoeden, dat de mikroskopen van den vertikalen cirkel te ver buiten het werktuig zouden uitsteken. De eene cirkel heeft eene grovere verdeeling en dient tot tegenwigt, voor het klemmen, voor de fijne vertikale beweging, voor het aflezen van graden en minuten en het stellen van den kijker op een' bepaalden zeniths-afstand. De andere cirkel heeft eene zeer fijne verdeeling, op welke, door de twee horizontale mikroskopen des vertikalen cirkels, de secunden worden afgelezen. Deze mikroskopen zijn aan eenen zwaren metalen arm bevestigd, die zich, over eene toereikende ruimte, zeer fijn bewegen laat, en boven welken het niveau is be-

vestigd, door hetwelk de veranderingen in den stand der mikroskopen, gedurende de waarnemingen, worden afgelezen. Ook deze arm is zoo stevig en zoo vast aan het werktuig verbonden, dat men, zelfs bij eene aanzienlijke drukking, de mikroskopen zich niet verplaatsen ziet. De schroeven der mikrometers zijn naar beneden gekeerd en vallen daardoor, bij eene gemakkelijke houding van den arm des waarnemers, van zelf in de hand, zoodat men uren achtereen met dit werktuig kan waarnemen, zonder eenigermate den arm te vermoeijen. De strepen der fijnere verdeelingen van beide cirkels zijn zoo fijn, dat zij zich met het ongewapend oog niet onderscheiden laten, maar door de sterk vergrootende mikroskopen, met hunne illuminatoren voorzien, vertoonen zij zich in alle wenschelijke duidelijkheid, en in eene bewonderenswaardige zuiverheid. De twee aan elkander evenwijdige spinragjes der mikroskopen, in het midden van wier tusschenruimte, bij het aflezen, eene streep der verdeeling gebragt moet worden, zijn, ofschoon zij zich op eenen goeden afstand van elkander door de mikroskopen vertoonen, nog minder dan eene halve minuut van elkander verwijderd, en daardoor kan zelfs een minder geoefende, zonder inspanning, met eene zekerheid van ééne of twee secunden eene aflezing volbrengen. De zuiverheid der verdeeling verraadt zich onmiddellijk door de sterk vergrootende mikroskopen, en hare hooge regelmatigheid is door opzettelijke onderzoekingen gebleken. Ook hebben de niveaus van PISTOR en MARTINS, voor wier bevestiging en bekleeding door hen bijzondere voorzorgen zijn genomen, zich ten hoogste uitstekend betoond. PISTOR en MARTINS hebben aan hunne niveaus de bekende

inrigting gegeven, om door een glazen schotje, van onderen met eene opening voorzien, en in de buis nabij een harer uiteinden aangebragt, de bel, bij de veranderingen der temperatuur, eene meer standvastige lengte te doen bewaren, waartoe men anders veelal de glazen buis van het niveau grootendeels met dunne glazen buizen aanvult. Ik acht deze inrigting voor de waarnemingen in Oost-Indië van veel belang, wijl ik vrees, dat men daar veel tegen het verdampen van den ether te worstelen zal hebben, en zij het veroorlooft, zonder de buis te openen, in een oogenblik de bel eene willekeurige lengte te geven. Is de bel door verdamping van den ether te lang geworden, zoo kan men haar, door het niveau slechts een' korten tijd het onderst boven te houden, op de behoorlijke lengte terugvoeren.

Het universaal-instrument van PISTOR en MARTINS is, in vele opzigten, zoo doelmatig ingerigt, dat het van kunstenaars schijnt herkomstig te zijn, die zich dagelijks met sterrekundige waarnemingen bezig houden en, bij eigene ervaring, met alles bekend zijn, wat het gemak en de zekerheid der waarnemingen kan bevorderen. Inderdaad is het gebruik van dit werktuig zoo aangenaam, dat men noode aan zijne waarnemingen met hetzelve een einde stelt, maar hoezeer ik met dat stuk ten hoogste ben ingenomen, acht ik het toch niet boven alle onvolkomenheden verheven. Ook de vertikale cirkel, die de fijne verdeeling draagt, is onmiddellijk tegen den cubus van den kijker aangeschroefd, en laat zich daardoor niet verzetten op de as, met welke hij wordt omgevoerd. Met eene geringe vermeerdering van den arbeid had men dien cirkel zoodanig kunnen inrigten, dat hij zich in ver-

schillende standen, bij welke verschillende punten van zijnen omtrek met de optische as des kijkers overeenkwamen, aan zijne horizontale omwentelings-as liet vastklemmen. Men zoude daardoor het niet onbelangrijk voordeel hebben verkregen, van denzelfden vertikalen hoek op verschillende bogen der verdeeling te kunnen meten, en alzoo den invloed van de fouten der verdeeling bijna geheel te vernietigen. Het draden-net des kijkers had op eene vastere wijze aan het ligchaam der doorboorde horizontale as bevestigd kunnen worden, zoo dat men, bij eene verplaatsing van de oogbuis, volstrekt geen gevaar liep de fout van collimatie des kijkers eenigermate te veranderen. De kijker is daarbij, naar mijn oordeel, noch in grootte, noch in volkomenheid, geheel en al aan de overige deelen des werktuigs geëvenredigd. De fijne verdeelingen van beide cirkels hebben middellijnen van 7 duimen $8\frac{1}{2}$ lijnen Parijsche maat, en de kijker heeft eene opening van slechts 13 lijnen. Bij de grootte der cirkels, en vooral bij de volkomenheid met welke zij en de overige deelen des werktuigs bearbeid zijn, zoude een grootere kijker, zonder twijfel, de scherpte der waarnemingen nog bevorderd hebben. De Heeren PISTOR en MARTINS hebben mij berigt, dat de sterrekundige ENCKE hunne glazen voor even voortreffelijk als die uit München verklaarde, na dat hij eenen, door hen vervaardigden, kijker van zes voeten had onderzocht, die tot eenen, uit Noord-Amerika bij hen bestelden, meridiaan-cirkel behoorde. In weerwil van die verklaring komt het mij voor, dat de kijker van het, door de Heeren PISTOR en MARTINS geleverde universaal-instrument, in zuiverheid der beelden, voor eenen uit München van dezelfde grootte

wijken moet. Bij den grooten, door ENCKE onderzochten, kijker was evenwel geen prisma tusschen het oculair en het objectief aangebragt, zoo als bij dien van ons kleinere werktuig, en ik heb redenen om aantenemen, dat de oorzaak van de mindere volkomenheid des kijkers in de glassoort van het prisma gezocht moet worden. Ofschoon ik dat keurige werktuig een' grooteren en uiterst volkomenen kijker had toegewenscht, moet ik erkennen, dat die met welken het nu is toegerust, geene wezenlijke afbreuk aan de naauwkeurigheid der waarnemingen toebrengt.

Reeds sedert meer dan twee maanden bevond zich het universaal-instrument van PISTOR en MARTINS op het observatorium te Leiden, toen aldaar ten laatste ook dat van de gebroeders REPSOLD werd ontvangen. Had het eerste zich reeds zoo voortreffelijk betoond, het scheen aanvankelijk, door het andere, nog geheel in de schaduw gesteld te zullen worden. Het werktuig van REPSOLD moest hem die het ontpakte reeds, door het heerlijke uiterlijke van zijne bewerking en door zijnen sierlijken vorm, voor zich winnen, en de ingenomenheid met dat stuk werd nog zeer vergroot, toen het dadelijk bleek, dat het vrij was van de kleine onvolkomenheden, die bij het werktuig van PISTOR en MARTINS waren overgebleven. De kijker, aan wiens voortreffelijkheid niet getwijfeld kon worden daar hij uit München was ontboden, had eene grootere opening dan bij het andere werktuig, namelijk eene van ruim 15 lijnen. De vertikale cirkel was op zijne as verzetbaar, en het draden-net des kijkers was, op de meest volkomene wijze, aan het ligchaam van de horizontale as verbonden. Daarbij bleek het dat REPSOLD de nieuwe wijze om het veld van een' gebroken' kij-

ker, door de omwentelings-as, met behulp van een tweede prisma te verlichten, bij dit werktuig had ten uitvoer gebragt, en voor een bijzonder middel ter bepaling van de fout van collimatie had zorg gedragen. De korte vertikale omwentelings-as des werktuigs was geheel doorboord, zoodat men den kijker, door die opening, op een' artificielen horizon kon rigten, en naar de wijze door BOHNENBERGER voorgesteld, die anders alleen op groote werktuigen wordt toegepast, het Nadirpunt van den vertikalen-cirkel en, wat hier van meer belang is, ook, door tusschenkomst van het niveau, de fout van collimatie der optische as, bij de rigting des kijkers naar het Nadir, kon bepalen. Weinige oogenblikken na het ontpakken en opstellen van het werktuig had ik aan de Heeren REPSOLD te schrijven, en het is niet te verwonderen dat mijn brief van hooge ingenomenheid met hun voortbrengsel getuigde, maar toen het gedurende een paar dagen naauwkeurig was beschouwd, en met dat van PISTOR en MARTINS vergeleken, bleek het toch, dat het niet in alle opzigten boven dit de voorkeur verdiende. Het werktuig van PISTOR en MARTINS had niet de sierlijkheid van dat van REPSOLD, maar het bleek dat die sierlijkheid, althans voor een gedeelte, verkregen was ten koste van eenige niet onbelangrijke eigenschappen, die uitsluitend aan het werktuig van PISTOR en MARTINS behooren. Had het laatstgenoemde werktuig zijne onvolkomenheden, ook dat van REPSOLD was weder in andere opzigten niet volmaakt, en al spoedig werd het moeijelijk te beslissen, aan welk van beide werktuigen men de voorkeur geven moest.

Bij het werktuig van REPSOLD bestaat het voetstuk niet uit een' zwaren metalen cirkel, maar uit drie

stevige stralen, die, gelijke hoeken met elkander makende, met het metalen ligchaam, dat hen, aan een hunner uiteinden, vereenigt, uit één stuk gegoten zijn en door wier andere uiteinden schroeven loopen, die het werktuig tot voeten dienen. Boven het middenstuk is de stalen vertikale as bevestigd, om welke alle overige deelen des werktuigs bewogen worden. De as is van eene zware koperen bos omgeven, aan wier onderste einde de horizontale cirkel is bevestigd, en die van boven in twee armen uitloopt, op welke het bovendeel des werktuigs rust, bestaande in de horizontale as met den kijker en beide vertikale cirkels. Onder den horizontalen cirkel is de vertikale as van eenen ring omgeven, die in vier armen uitloopt, van welke twee, naar boven omgebogen, de mikroskopen des horizontalen cirkels dragen, terwijl een derde een wijzer, even als een klapnonius, voert, en de vierde arm alleenlijk dient, om het geheel aan een anderen arm te verbinden, die boven den horizontalen cirkel is geplaatst en één stuk uitmaakt met eenen ring, die de genoemde bos omvat. Het stelsel der vier onderste armen laat zich, om de vertikale as, omdraaijen en daaraan vastklemmen. Daardoor kan men de mikroskopen allerlei willekeurige Azimuthale standen geven, en denzelfden horizontalen hoek op alle willekeurige deelen van den omtrek des cirkels meten, maar door de verplaatsing van de mikroskopen, verplaatst men ook den wijzer, die bestemd is om het werktuig in een bepaald Azimuth te stellen, zoodat het orienteren kan verloren gaan. De bovenste ring, met zijnen arm, kan aan de bos des horizontalen cirkels worden vastgeklemd, en dient om het werktuig eene fijne Azimuthale beweging te geven. Dit geschiedt door de

schroef omtedraaijen, die den bovensten arm aan het stelsel der onderste armen verbindt en door wier omwenteling die stukken, met betrekking tot elkander, verplaatst worden. Is het stelsel der onderste armen aan de as vastgeklemd en daarbij de bovenste arm aan de bos des horizontalen cirkels, zoo moet het werktuig, door eene wenteling der genoemde schroef, eene Azimuthale beweging aannemen. De fijne Azimuthale beweging des werktuigs werkt dus onmiddellijk ook op de armen, die de mikroskopen dragen, wier onveranderlijke stand gedurende de waarnemingen, naar het mij voorkomt, daardoor in eenig gevaar gebragt moet worden. De horizontale cirkel heeft twee verdeelingen; eene grovere in koper en eene fijne in zilver. De grovere verdeeling ligt in de vlakte van den cirkel en loopt van 20 tot 20 minuten. De fijnere verdeeling, die eene middellijn heeft van 7 duim 1 lijn Par., ligt niet in de vlakte van den cirkel, maar in eenen, kegelvormig afgedraaiden, schuinschen buitenrand en gaat van 10 tot 10 minuten. De wijzer, door welken de grovere verdeeling wordt afgelezen, is als een klapnonius ingerigt, doch heeft, in plaats van eenen nonius, eene enkele streep, zoodat men bij het stellen van het werktuig onderdeelen van twintigtallen van minuten bij schatting moet bepalen. De mikroskopen staan in eenen schuinschen stand, maar toch niet loodregt op den schuinschen verdeelden buitenrand des cirkels, hetgeen eene betere verlichting van de verdeeling onder het mikroskoop ten doel kan hebben, en zij zijn niet met prisma's toegerust; zoodat men, in eene eenigzins schuinsche rigting naar beneden ziende, de verdeeling moet aflezen. De twee vertikale cirkels hebben middellijnen van 6 duimen

2 lijnen, en de grovere verdeeling van den eenen gaat van 20 tot 20 minuten, terwijl de fijnere verdeeling van den anderen van 10 tot 10 minuten is uitgevoerd. Deze cirkels zijn niet onmiddellijk vastgeschroefd tegen den cubus, die het midden van de horizontale as des werktuigs inneemt, maar ieder van hen wordt tegen eenen ring aangedrukt, aan den cubus bevestigd, en dat door een' anderen ring, welke aan den eersten door schroeven is verbonden, terwijl zich tusschen deze ringen een gedeelte der as bevindt, op hetwelk de cirkel met zijne groote cirkelvormige opening in zijn midden gestoken wordt. Ieder der cirkels wordt alzoo eenvoudiglijk tusschen twee ringen geklemd, zoo als dit ook bij mijnen prisma-cirkel het geval is en laat zich daardoor verzetten, met betrekking tot de as, met welke hij wordt ombewogen. Hierdoor kan dezelfde zeniths-afstand op verschillende deelen van den omtrek des cirkels gemeten worden, maar bij den cirkel met de grovere verdeeling, die slechts tot opzoeken dient, komt mij die beweegbaarheid ondoelmatig voor. Eene bijzondere aandacht verdient de wijze waarop, bij dit werktuig, het draden-net des kijkers aan de horizontale as bevestigd is. Het is geplaatst aan het uiteinde van eene sterke metalen buis, die niet aan de doorboorde horizontale as is aangeschroefd, maar voorbij haar, tusschen lijsten, een weinig kan worden heen en weder bewogen, en, door twee tegen elkander in werkende schroeven, stevig aan de as bevestigd kan worden. Door deze schroeven verschuift men de geheele buis met het draden-net, om de fout van collimatie der optische as te verminderen, terwijl het prisma niet verzet wordt, en zelfs in het geheel geene stelschroeven heeft. Deze inrigting is zekerlijk boven

de gewone, bij welke de rectificatie der optische as alleen door het prisma geschiedt, ver te verkiezen. De genoemde buis wordt door eene andere omgeven, die op de as is aangeschroefd, en die aan haar uiteinde de eigenlijke oogbuis draagt, zoo dat deze geheel van het draden-net is afgescheiden. De oogbuis kan daardoor worden in- en uitgehaald en zelfs, door eene daartoe bestemde schroef, voorbij de draden worden heen en weder geschoven, zonder eenig gevaar dat men de fout van collimatie verandere. In de buitenste buis, nabij de as, is eene opening, door welke men toegang verkrijgt tot stelschroeven, door welke het draden-net met juistheid in het brandpunt des kijkers, en de draden in hunne behoorlijke rigting gesteld worden. De buitenste buis is, nabij de as, nog van een kort draaibaar buisje omgeven, in hetwelk eene opening is gemaakt, welke met de eerstgenoemde kan overeenkomen. Moet men de inwendige stelschroeven gebruiken, zoo wordt het korte buisje omgedraaid, tot dat beide openingen zamenvallen, en zoo men die schroeven niet meer behoeft, wordt de opening weder, door het omdraaijen van het korte buisje gesloten.

Omtrent de aflezing van verdeelde cirkels door mikroskopen met schroefmikrometers toegerust, moet ik mij eenige opmerkingen veroorloven, wier behartiging, vooral bij het gebruik van het universaal-instrument van REPSOLD, zal te stade komen, en die ik te meer noodig acht, daar die wijze om cirkels af te lezen, in het werk van SAWITSCH, zelfs met geen enkel woord is vermeld geworden. Het is genoeg bekend, hoe kleine lengten door mikroskopen met schroefmikrometers gemeten kunnen worden, maar het is

minder bekend hoe men, bij dat meten, uitkomsten kan verkrijgen, die van de gebreken, welke bij alle schroefmikrometers in meerdere of mindere mate bestaan, geheel onafhankelijk zijn. Bij de mikroskopen der sterrekundige werktuigen zijn de mikrometers niet aan de voorwerpen-tafel, welke daar niet bestaat, maar in de buis des mikroskoops, en wel in het gemeenschappelijk brandpunt van objectief en oculair aangebragt. Op de hoogte van dat brandpunt zijn twee spinragjes in een raampje gespannen, die op een geringen afstand van elkander verwijderd zijn, en zoo wel evenwijdig aan elkander als aan de strepen der verdeeling loopen, welke in het midden van het gezigtsveld der mikroskopen gezien worden. Die twee spinragjes worden door de mikrometerschroef, in eenen zin loodregt op hunne eigene rigting, bewogen en door de schroef zelve, welke daartoe een grooten verdeelden kop heeft, wordt hunne verplaatsing gemeten. Men ziet deze spinragjes door het mikroskoop gewoonlijk tusschen twee strepen der verdeeling, en hetgeen men te meten heeft is de afstand van hun midden tot een der naaste strepen van de verdeeling. Men leze daartoe de aanwijzing van den schroefkop af, bij den stand der draden van welken men uitgaat, draaije de mikrometersschroef om, tot dat de streep der verdeeling, wier afstand tot het midden der draden in hunnen oorspronkelijken stand gemeten moet worden, juist in het midden tusschen die draden gezien wordt, leze andermaal af, en dan zal het verschil met de voorgaande aflezing de gezochte afstand zijn, in deelen van den schroefkop uitgedrukt. De onderlinge afstand van de draden der schroef, welke de ruimte is over welke de draden zich bij

eene geheele omwenteling der schroef verplaatsen, en de verdeeling van den kop dier schroef, zijn gewoonlijk naar de verdeeling der cirkels ingerigt, op dat zij, zonder herleiding, onmiddellijk minuten en secunden zouden geven. Zoo zijn de cirkels op het werktuig van REPSOLD onmiddellijk van 10 tot 10 minuten verdeeld, en bij ééne omwenteling van den schroefkop ziet men de spinragjes zich juist zoo veel verplaatsen, als de afstand tusschen twee op elkander volgende strepen bedraagt, zoo dat, door den afstand van twee op elkander volgende draden der schroeven, juist 10 minuten op de verdeele cirkels gemeten wordt. De schroefkop is in zestig gelijke deelen verdeeld, weshalve ieder dier deelen 10 secunden geeft, en daar men tiende deelen dezer deelen ligtelijk door schatting kan bepalen, worden, op de schroefkoppen, door schatting enkele secunden afgelezen. Op het werktuig van REPSOLD stemt eene wenteling der schroef al vrij volkomen met 10 minuten overeen, maar indien zulk eene overeenstemming niet volkomen is, kan men haar verbeteren, door de mikroskopen tot het middelpunt des cirkels te doen naderen of van dat middelpunt te doen verwijderen, en ook door eene kleine wijziging aan de vergrooting des mikroskoops toetebrengen, hetgeen geschiedt, door den afstand van het objectief des mikroskoops tot de verdeeling en, naar gelang daarvan, ook den afstand tusschen objectief en oculair een weinig te veranderen. De mikroskopen van de draagbare sterrekundige werktuigen zijn echter gewoonlijk niet voor die veranderingen ingerigt, en het is ook veel beter die onveranderd te laten zoo als zij zijn, en den afstand van twee strepen der verdeeling, in deelen van den schroefkop, door regt-

streeksche meting te bepalen, ten einde de kleine fout in de waarde der schroefdeelen te kennen en in rekening te brengen. De schroeven hebben in den regel drie soorten van fouten, door wier verwaarloozing men dikwijls zeer groote fouten in zijne metingen zoude kunnen begaan, maar van welke men zich ligtelijk onafhankelijk kan maken. Deze fouten zijn: 1°. de doode gang, 2°. een regelmatig toe- of afnemen van den afstand der schroefdraden, 3°. de zoogenaamde periodieke ongelijkheid der schroef, welke hieruit ontstaat, dat de schroefdraden, ofschoon evenwijdig aan elkander loopende, geene zuivere regte lijnen zijn, om eenen cylinder gewonden. De doode gang moet onschadelijk gemaakt worden, door, bij elke aflezing, de schroef ten laatste in denzelfden zin te draaijen. Zoo dikwijls als de draden van de mikrometers naauwkeurig gesteld moeten worden, moet dit geschieden door eene beweging in een' bepaalden zin, en mogt men bemerken dat men hen, in dien zin, een weinig te ver bewogen heeft, zoo mag men dit weinige niet terug draaijen, maar moet men dan veel terug, om ten laatste, weder in den ouden zin draaijende, de draden hunnen juisten stand te geven. Dit vernietigen van den invloed des dooden gangs is van veel belang, daar hij zelfs op het werktuig van REPSOLD zeer merkbaar is en zich gewoonlijk door den tijd vergroot. De tweede der genoemde fouten komt bij onze werktuigen niet in aanmerking, daar men slechts een' enkelen omgang van iedere der schroeven te gebruiken heeft, wiens waarde men onmiddellijk kan bepalen. Wil men, aangezien de schroef en het mikroskoop dit toelaten, om spoediger eene naauwkeurige uitkomst te verkrijgen, het bedrag van

een aantal omgangen op eenmaal bepalen, zoo drage men slechts zorg, dat de omgang, dien men bij de aflezingen gebruikt, in het midden ligge tusschen die, wier gezamentlijk bedrag men bepalen wil. Het is van het uiterste gewigt, dat men de uitkomsten van zijne metingen van de derde der genoemde fouten onafhankelijk make. Zijn de schroefdraden geene zuivere regte lijnen om eenen cylinder gewonden, dan zullen de verschillen tusschen de aflezingen van den schroefkop, ook niet volkomen aan de, met haar overeenstemmende, verplaatsingen der draden evenredig zijn, en al geven de zestig deelen van den schroefkop volkomen 10 minuten, toch zullen dan niet steeds zes van die deelen eene minuut, maar nu eens iets meer en dan weder iets minder geven. De periodieke ongelijkheden der schroef worden volkomen onschadelijk gemaakt, als men, bij de herhaling der metingen, telkens met punten van den schroefkop begint, welke regelmatig over zijnen omtrek verdeeld zijn, op dezelfde wijze als men dit, naar het voorschrift van STRUVE, ook bij eene aflezing met noniën, hoezeer met een veel minder gewigtig doel, ten uitvoer brengen moet. Is de cirkel van 10 tot 10 minuten verdeeld, en wil men eene uitkomst verkrijgen op vijf metingen berustende, dan begint men, naar het voorschrift van STRUVE, de eerste, terwijl een der noniën wijst op 0°0′, de tweede, terwijl diezelfde nonius wijst op 72°2′, de derde bij 144°4′, de vierde bij 216°6′ en de vijfde bij 288°8′, zoodat, bij dit vijftal metingen, de aflezingen eenparig over den geheelen omtrek des cirkels en over de geheele uitgestrektheid van iederen der noniën verdeeld worden; eene handelwijze door welke regelmatig toe- en afnemende waarden van de afstan-

den der strepen, hetzij op den cirkel, hetzij op de noniën, bijna volkomen onschadelijk gemaakt worden. Hetzelfde beginsel moet men volstrektelijk bij aflezingen met schroeven in acht nemen, omdat daarbij eene regelmatig afwisselende toe- en afneming van de waarde der deelen, die men heeft aftelezen, veel sterker dan bij noniën te vreezen is. Bij het meten van horizontale hoeken b. v. moet, bij de eerste meting, als de kijker met juistheid op een bepaald voorwerp gerigt is, de cirkel wijzen op 0° en een der mikroskopen op 0 deelen. Bij de tweede meting moet, als men vijf metingen wil volbrengen, terwijl de kijker op het vorige voorwerp gerigt is, de cirkel wijzen op 72° en, bij het werktuig van REPSOLD, het vorige mikroskoop op 12 deelen of twee minuten, en zoo vervolgens. Bij het gebruik der universaal-instrumenten van REPSOLD en van PISTOR en MARTINS zal men ligtelijk zelf bemerken, hoedanig deze wijze van meten op ieder van hen kan worden ten uitvoer gebragt, en laat bij het laatstgenoemde de vertikale cirkel zich niet op zijne as verzetten, de arm der mikroskopen heeft eene fijne beweging, welke meer dan groot genoeg is, om de periodieke ongelijkheden der schroeven onschadelijk te maken, die bij dat werktuig trouwens zeer weinig bedragen. Als men bij het herhalen der metingen, hetgeen men toch altijd doen moet, telkens van punten der verdeelde schroefkoppen uitgaat, zoodanig dat die punten ten laatste op eene eenparige wijze over den geheelen omtrek dier schroefkoppen verdeeld zijn, is men bij zijne einduitkomst van den invloed der periodieke ongelijkheid zoo goed als volkomen vrij, al mogt die, in zich zelve, vrij aanzienlijk wezen, en dat men dit voorschrift nimmer mag verwaarloozen,

kan daaruit blijken, dat men, zelfs bij het werktuig van REPSOLD, fouten van volle secunden zoude kunnen begaan, door de periodieke ongelijkheden der schroeven niet onschadelijk te maken.

Men wordt zoo zeer van heiligschennis verdacht, als men aan een werktuig, van de gebroeders REPSOLD herkomstig, niet onvoorwaardelijk zijne goedkeuring wil schenken, dat ENCKE zelf zich eenmaal groote onaangenaamheden berokkende, doordien hij zich eene vlugtige aanmerking had veroorloofd, die voor een hunner werktuigen niet ten volle gunstig was. Een buitenlandsche kunstenaar heeft mij ook eens geloof geweigerd, toen ik hem zeide, dat de mikrometerschroeven op het universaal-instrument der gebroeders REPSOLD merkbare periodieke ongelijkheden hebben. Zoo ik mij echter in de inborst van die Heeren niet bedrieg, moet die bestendige onbepaalde bewondering, welke zij ondervinden, reeds sedert lang vervelend voor hen zijn geworden, en zullen zij die niet ongaarne afgewisseld zien door eenige bedenkingen, tegen een hunner werktuigen, herkomstig van eenen hunner vereerders, die het belang der wetenschap boven alles schat, en die, terwijl hij gaarne zijne eigene feilbaarheid erkent, zich niet verpligt rekent een' anderen, hoe groote talenten hij moge bezitten, voor onfeilbaar te houden. Het universaal-instrument, door de Heeren REPSOLD geleverd, draagt vele sporen van de vernuftige inrigtingen en van de volkomenheid der uitvoering, die men in hunne voortbrengselen steeds bewonderd heeft, maar ik geloof dat het in zijn geheel nog merkbaar nader aan de volmaaktheid zoude grenzen, indien, bij de inrigting zijner bijzondere deelen, de persoonlijkheid des waarnemers meer ware in het

oog gehouden. Hoe vermetel het schijne, wil ik toch niet nalaten de wenschen te vermelden, die bij mij omtrent het universaal-instrument van de Heeren REPSOLD zijn overgebleven, vertrouwende dat die, althans door hen zelven, met belangstelling zullen worden vernomen. In de eerste plaats miste ik ongaarne bij dat werktuig het cirkelvormige stevige voetstuk, bij hetwelk het universaal-instrument van PISTOR en MARTINS kan worden opgenomen, zonder een der teedere deelen aanteraken, en zonder eenig gevaar die te beschadigen. Het werktuig is voor reizende sterrekundigen bestemd; het moet ligtelijk in- en uitgepakt, ligtelijk opgesteld en afgenomen kunnen worden, en daarbij is het geene onverschillige zaak, of men al of niet het werktuig, zoo dikwijls als men het behoeft, kan aanvatten, zonder eenig gevaar van iets te beschadigen. Het werktuig is vrij hoog van bouw, en toch zijn er standen van het bovendeel, bij welke men naauwelijks de mikroskopen des horizontalen cirkels kan aflezen, zonder gevaar van met het hoofd tegen het bovendeel des werktuigs te stooten. Waren de mikroskopen des horizontalen cirkels, even als bij het werktuig van PISTOR en MARTINS geplaatst en met prisma's toegerust, zoo zoude men, ook bij het gebruik van dit werktuig, nimmer met zijn hoofd verlegen zijn. Een wezenlijk bezwaar meen ik te zien in de zwakte van den arm, die de mikroskopen des vertikalen cirkels draagt. Men kan de schroefkoppen der mikrometers naauwelijks zoo voorzigtig aanraken, dat die arm geene zeer merkbare buiging ondergaat, welke zich in eene verplaatsing der mikroskopen verraadt, en die zich wel dadelijk herstelt als men de schroefkoppen los laat, maar die toch vordert, dat

men het werktuig met zeer groote omzigtigheid gebruike. Oorspronkelijk waren de schroefkoppen der mikrometers naar boven gekeerd, zoodat, bij het aflezen, de arm des waarnemers in de hoogte gehouden moest worden, hetgeen spoedig eene vermoeijenis te weeg bragt, bij welke eene ligte en reeds dadelijk verderfelijke drukking op de schroefkoppen naauwelijks te vermijden was. Ik heb de mikroskopen verplaatst, zoodat de schroefkoppen nu naar beneden zijn gekeerd. Daardoor wordt de arm des waarnemers niet alleen veel minder vermoeid, maar valt het ook veel ligter eene drukking te vermijden, en de schroefkoppen gestadig los te laten, om toe te zien of er ook eenige verplaatsing der mikroskopen was in het spel gekomen. De vergrooting des kijkers en der mikroskopen, zoo als ook de uitvoerigheid der verdeelingen, komen mij voor ver beneden de kracht van het werktuig te zijn. De kijker vergroot slechts 21 malen, terwijl hij eene vergrooting van meer dan 50 malen nog zeer goed verdragen kan, en daardoor worden de waarnemingen nutteloos bemoeijelijkt. Aan dit bezwaar is te gemoet gekomen, doordien de Heeren REPSOLD, op mijn verzoek, eene sterker vergrootende oogbuis hebben nagezonden. De mikroskopen vergrooten slechts 14 malen, zoodat zij niet met duidelijkheid de grootheden doen onderscheiden, die bij de waarnemingen met een zoo keurig werktuig wel degelijk in aanmerking komen. De spinragjes in de mikroskopen vertoonen zich, voor het oog dat door de mikroskopen ziet, niet verder van elkander, dan bij het werktuig van PISTOR en MARTINS, en terwijl bij dit werktuig hunne tusschenruimte slechts 26 secunden van de verdeeling des cirkels inneemt, bedraagt die tusschenruimte, bij

het werktuig van REPSOLD, 160 secunden, zoodat het zeer moeijelijk moet vallen, met eene zekerheid van een paar secunden, eene streep der verdeeling in het midden der, voor het oog vrij kleine tusschenruimte tusschen de spinragjes, te stellen. Voor een' minder geoefenden waarnemer zijn de toevallige fouten der aflezingen, op dit werktuig, zekerlijk veel grooter dan de fouten der verdeeling, en heeft de Heer J. A. C. OUDEMANS de waarschijnlijke fout van elke zijner aflezingen, bij dit werktuig, niet grooter dan eene enkele secunde gevonden, zoo moge dit de hooge juistheid bewijzen, met welke dit werktuig bearbeid is, maar het is geen minder bewijs voor de bedrevenheid des waarnemers. Al is het slechts voor het opzoeken, acht ik, bij cirkels van 6 en 7 duimen middellijn, eene enkele streep, in plaats van eenen nonius, op eene verdeeling die slechts van 20 tot 20 minuten is uitgevoerd, onvoldoende. Men heeft wel eens het onvermogen der werktuigen, door de uitvoerigheid der aflezingen, willen verhelen, en door niemand kan dit sterker dan door mij zelven worden afgekeurd. Ik oordeel het b. v. eene dwaasheid eenen nonius, die honderdste deelen van strepen geeft, op eenen barometer aantebrengen, van wien het onzeker is of hij de drukking der lucht op eene volle streep na met zekerheid kan aanwijzen. Ik erken het ook gaarne, dat men eene keukenklok, door haar eenen secundenwijzer te geven, niet in een bruikbaar sterrekundig uurwerk zal herscheppen. De Heeren REPSOLD zijn echter, naar mijne meening, in een tegenovergesteld uiterste vervallen, en hebben het vermogen van hun werktuig veel te laag geschat. Hoezeer niet dan met eenige overdrijving, kan het bij een uitmuntend ster-

rekundig uurwerk vergeleken worden, dat men zijnen secunde-wijzer onthield, begeerende dat de waarnemer de secunden, naar den minuut-wijzer, door schatting zoude bepalen. Op een werktuig, dat naar de volkomenheid zijner uitvoering eene zekerheid van een paar secunden kan geven, moet, naar mijne meening, ook eene grootheid van een paar secunden zigtbaar zijn, en zekerlijk zoude het gebruik van dit werktuig vrij wat aangenamer en ligter wezen, indien de mikroskopen eene drie malen sterkere vergrooting hadden ontvangen, al mogt de naauwkeurigheid der einduitkomsten daardoor geene vermeerdering ondergaan.

Ik heb het voor mogelijk en waarschijnlijk gehouden dat, terwijl twee sterrekundigen, ieder met een der groote universaal-instrumenten en een der chronometers gewapend, aan ver van elkander verwijderde punten van den Indischen of Molukschen Archipel, voor de meer volstrekte sterrekundige plaatsbepaling, werkzaam zijn, een van beiden groote behoefte kan gevoelen aan eenen helper, die, op een niet ver verwijderd standpunt, tijdsbepalingen moet volbrengen, om het Lengte-verschil tusschen dat standpunt en de plaats, waar die sterrekundige zijn tijdelijken hoofdzetel heeft gevestigd, door chronometers of kunstmatige seinen te bepalen. Voor zulke tijdsbepalingen, bij welke men zijne toevlugt ligtelijk tot minder geoefenden kan moeten nemen, laat zich het kleine universaal-instrument van PISTOR en MARTINS aanwenden, maar die enkele tijdsbepaling kan, met veel meer gemak en minder oefening, volbragt worden door een grooter en veel eenvoudiger werktuig, dat daartoe opzettelijk is ingerigt. Ik oordeelde daarom, voor de tijdsbepalingen, een passage-instrument noodig, dat

natuurlijkerwijze ook voor Lengte-bepaling door Maan-culminatiën en Breedte-bepaling door doorgangen van sterren door den eersten vertikaal gebruikt zoude kunnen worden. Dat passage-instrument moest redelijk groote afmetingen en eene zeer eenvoudige inrigting hebben, maar toch, met eene zekerheid van minder dan eene minuut, in elken willekeurigen vertikaal gesteld kunnen worden. Een passage-instrument, op een' stevigen voet, zoo als ik dien voor het gebruik het meest doelmatig oordeelde, met eenen verdeelden horizontalen en vertikalen cirkel, die door noniën onmiddellijk volle minuten doen aflezen, en met eenen kijker, wiens opening 19 Par. lijnen bedraagt, is door den Heer E. WENCKEBACH te Amsterdam, voor den prijs van *ƒ* 300, op eene zeer volkomene wijze vervaardigd geworden. Door een misverstand heeft het bovendeel van dit werktuig de inrigting verkregen, die ik voor een ander werktuig bestemd had, maar die ik geenszins afkeur, hoe vreemd zij wezen moge. De kijker is namelijk niet gebroken, maar het prisma is vóór het objectief geplaatst, zoo dat de horizontale omwentelings-as des werktuigs met de optische as des kijkers zelven zamenvalt, en terwijl de kijker gerigt is op het Oost- of Westpunt van den Horizon, eene wenteling om zijne as, door het prisma, de sterren, die zich in den Meridiaan bevinden, in zijn veld doet verschijnen. Bij die inrigting worden de standaards, die den kijker dragen, en ook de voeten van het niveau zeer laag, en daardoor het werktuig veel vaster. Daarbij kan men het niveau altijd op de as laten rusten, en volbrengt men de waarnemingen, even als bij den gebrokenen kijker, altijd in de meest gemakkelijke ligchaamshouding, hetgeen op hare juistheid een' be-

slissenden invloed uitoefent. Bij die inrigting kan men, ook bij alle standen des werktuigs, een artificiëlen kwik-horizon, met het volle objectief gebruiken, en alzoo de fout van collimatie van de optische as des kijkers zeer naauwkeurig, door het niveau, of als het niveau zich begeven mogt, de helling der as, door dubbele doorgangen van de sterren en hare, in den horizon teruggekaatste, beelden bepalen. Het universaal-instrument van REPSOLD is wel, met zijne doorboorde as, voor de bepaling van de fout van collimatie, door niveau en artificiëlen horizon, ingerigt, maar daarvoor moest ook de as eene ongewone dikte hebben, en kon het bovendeel des werktuigs niet op een enkel punt, als vast steunpunt, maar alleen op eenen ring worden ombewogen. De beweging om de vertikale as is daardoor eenigermate stroef, en toch bedraagt de middellijn der opening niet ten volle vijf Par. lijnen, zoodat men, alleen bij eene zeer sterke verlichting van het veld des kijkers, het beeld der draden in den Horizon, met de noodige duidelijkheid, kan onderscheiden. Men zoude voor eene doorbuiging van de metalen buis kunnen vreezen, door welke het prisma vóór het objectief is bevestigd, en die buiten de pannen uitsteekt, op welke de kijker rust, maar alleen bij deze inrigting van een passage-instrument is het mogelijk, de buiging der as onmiddellijk aftelezen. Naar mijne opmerking, op welke mijne theorie der glazen-prisma's rust, (*Tijdschrift voor de Wis- en Natuurkundige wetenschappen, uitgegeven door de Eerste Klasse van het Koninklijk-Nederlandsch Instituut van Wetenschappen, Letterkunde en schoone Kunsten. Deel III*, *Aflevering* 2.) moet een, door het prisma teruggekaatst, dubbel beeld der draden

zich in het, behoorlijk verlichte, veld des kijkers, nevens de draden, vertoonen. Bij elke buiging der as moet de betrekkelijke stand der draden en hun beeld eene verandering ondergaan, door welke die buiging met juistheid bepaald kan worden. Bij het, door den Heer WENCKEBACH vervaardigde, werktuig heeft zich die buiging althans niet grooter dan bij passage-instrumenten van eene andere inrigting betoond.

De kijkers der laatstvermelde werktuigen zijn zekerlijk groot genoeg om, onder gunstige omstandigheden, de waarneming der bedekkingen van zeer heldere sterren door de maan toetelaten, maar dewijl zulke bedekkingen niet dan uiterst zeldzaam plaats hebben, zoude, in het algemeen, de Lengte-bepaling door sterrebedekkingen, in den Indischen Archipel, zeer beperkt moeten blijven, indien, voor dat bijzondere doel, niet een veel vermogender kijker ware bestemd geworden. Is eenmaal een punt van den Indischen Archipel, op eene onherroepelijke wijze, aan een der groote sterrewachten van Europa verbonden, d. i. heeft men eenmaal het Lengte-verschil tusschen een vast punt in den Indischen Archipel en eene der groote sterrewachten in Europa, zoo naauwkeurig en zoo zeker bepaald, dat zij onder geene omstandigheden eene belangrijke verbetering meer kan behoeven, zoo is voor alle verdere plaatsbepalingen in den Indischen en Molukschen Archipel een grondslag gelegd, op welken men met veiligheid en spoed zal kunnen voortbouwen. Daar de volstrekte Lengte-bepaling door sterrebedekkingen nog het minst van de persoonlijkheid des waarnemers en van de eigenschappen des werktuigs afhangt, meen ik vooral van haar dien hechten grondslag te mogen verwachten, en daarom achtte ik

het noodig, aan de werktuigen voor de zending, ten minste éénen kijker van vrij groote afmetingen toetevoegen. Uit München werd een kijker ontboden, die, bij eene opening van 34 lijnen, eenen brandpuntsafstand heeft van 42 duimen, en aangeschreven is op den prijs van 330 florijnen, of even zoo vele Nederlandsche guldens. Een kijker uit München, van die grootte, is reeds een voor de sterrekunde niet onbelangrijk werktuig, en toereikend om ook de bedekking van vrij kleine sterren, zelfs aan den lichten rand der maan, waartenemen, en wanneer men zich met den noodigen ernst daarop toelegt, zal men, met dat stuk, zekerlijk eene groote menigte belangrijke waarnemingen van sterrebedekkingen kunnen inoogsten. Een kijker van zulk een vermogen kan ook nog voor een ander en zekerlijk gewigtig doel worden aangewend. Wie zich met sterrekundige plaatsbepaling bezig houdt, kan dag en nacht overvloedige stof tot arbeid vinden, en zoude verkeerd handelen, indien hij zich ook aan regelmatige sterrekundige waarnemingen van anderen aard, en vooral indien hij zich aan regelmatige meteorologische waarnemingen overgaf, doch het zoude kunnen gebeuren, gelijk dit dikwijls gebeurd is, dat zich, aan het zuidelijk halfrond des hemels, een merkwaardig hemellicht openbaarde, dat in Europa niet kan worden waargenomen. In zulk een geval zoude het, voor de wetenschap, voor het vaderland en voor de sterrekundigen der zending, zeer te betreuren zijn, indien zij geene hulpmiddelen bezaten, om de punten van den hemel te bepalen, aan welke dit hemellicht zich, op verschillende tijden, vertoonde, en dit te meer, daar die bepaling, zonder eenige belangrijke opoffering van tijd, geschie-

den kan. Daartoe is de kijker uit München eenvoudiglijk met eenen cirkelmikrometer toegerust, die op dertig guldens is te staan gekomen, en die ook op verschillende wijzen de zending zelve dienen kan.

Indien, in den Indischen Archipel, de bepaling van Lengte-verschillen door buskruid-seinen en vuurpijlen, gelijk ik hoop en verwacht, op eene eenigzins uitgebreide schaal zal worden ten uitvoer gebragt, zoude men ligtelijk in omstandigheden kunnen geraken, bij welke men in het tweetal chronometers van DENT, niet het toereikend aantal uurwerken zal bezitten. De beschikbare middelen lieten niet toe de zending naar Oost-Indië met een grooter aantal uitmuntende chronometers toeterusten, maar dit is mij ook niet noodzakelijk voorgekomen. Bedenkt men, dat de Russische reizende sterrekundigen wel eens sterrekundige slingeruurwerken van de gewone grootte met zich voerden, zoo verkrijgt men de overtuiging, dat ook niet alle uurwerken der zending draagbare uurwerken behoefden te wezen. Een sterrekundig slingeruurwerk, zelfs van mindere soort, is echter niet veel minder kostbaar dan een chronometer, doch het kwam mij voor dat alle zwarigheden konden worden opgelost, door van de tijdbewaarders van den Heer A. KAISER te 's Gravenhage, op eene doelmatige wijze, partij te trekken. Deze uurwerken hebben eenen gang, even zoo goed als die der gewone goede chronometers, en zijn zoo onkostbaar, dat men zich, voor éénen enkelen chronometer, acht dezer stukken aanschaffen kan. Zij zijn zeer ligt vervoerbaar en eischen, ofschoon zij slingers hebben, geene bijzondere voorzorgen bij hunne opstelling, die, waar een muur ontbreekt, aan eenen in den grond geslagenen paal, in

minder dan een half uur, met alle noodige juistheid kan geschieden; maar aan hunne inrigting zijn bezwaren verbonden, door welke zij, in weerwil van hunnen voortreffelijken gang, voor sterrekundig gebruik geheel ongeschikt kunnen schijnen. Hunne slingers volbrengen schommelingen in twee derde deelen eener secunde, en deze tijdsdeelen worden, door den zoogenaamden secunde-wijzer, gevolgd, welke daarenboven, niet in eene minuut, maar in veertig secunden rondloopt. Bij afwisseling staat de secunde-wijzer, bij eene volle minuut, op nul en op twintig, en terwijl de wijzerplaat in veertig secunden is verdeeld, maakt het uurwerk zestig tikken, om die ruimte van veertig secunden te doorloopen. Bij die inrigting moet het natuurlijkerwijze zeer bezwaarlijk zijn, den tijd op een gedeelte van eene secunde na aanteteekenen, en dit wordt bijna ondoenlijk, indien de waarnemingen, zooals bij het gebruik van een passage-instrument, na slechts weinige secunden op elkander volgen. Men kan wel den secunde-wijzer in overeenstemming met den minuut-wijzer brengen, door het uurwerk een ander schakelrad te geven, waardoor de secunde-wijzer gedwongen wordt zich juist in eene minuut omtewentelen, maar het geheele uurwerk is gebouwd naar een bijzonder stelsel, dat het uitvloeisel is van eene langdurige studie, en bij hetwelk, met betrekkelijk weinig moeite, een uitmuntende gang wordt verkregen. Aan dat stelsel kan niets veranderd worden, zonder dat men den gang des uurwerks benadeelt, en men zoude dien gang zekerlijk benadeelen, indien men aan het uurwerk een ander schakelrad geven mogt. Ik heb een zeer eenvoudig middel bedacht om de geheele zwarigheid op te heffen, zonder

het allerminste in het inwendig maaksel des uurwerks te veranderen. De verdeeling van het uur in 60 minuten en van de minuut in 60 secunden, is volstrekt willekeurig. Even zoo goed kan men het uur in onderdeelen verdeelen, die een derde deel kleiner zijn, en zulke onderdeelen worden onmiddellijk door het uurwerk gegeven. Men verdeele dus eenvoudiglijk het kringetje van de wijzerplaat, dat de secunde-wijzer omgeeft, in 60 gelijke deelen, dan zal ieder deel met eene schommeling des slingers overeenstemmen, en elke tik des uurwerks met eenen overgang van den wijzer, van het eene deel tot het andere, zamenvallen. Men verdeele daarbij den rand der wijzerplaat, op welken de minuut-wijzer wijst, in 90 gelijke deelen, als wanneer elk deel met eene omwenteling des secunde-wijzers zal overeenkomen. Nu is het gebruik van het uurwerk volmaakt hetzelfde, als van alle andere sterrekundige slingeruurwerken, en men heeft alleen de verkregene getallen met een derde deel van hun bedrag te verminderen, om de ware minuten en secunden te verkrijgen. Om deze herleiding niet anders dan bij naauwkeurige sterrekundige waarnemingen te behoeven, heeft de rand der wijzerplaat nog eene verdeeling in de gewone minuten, die, om alle verwarring te voorkomen, door kortere en fijnere strepen, van de andere is onderscheiden en binnen deze is aangebragt. Vier zulke tijdbewaarders zijn, voor de zending naar Oost-Indië, vervaardigd en hebben nog eene bijzondere inrigting ontvangen, om hun gestadig vervoeren te verligten. Bij het vervoeren wordt de slinger niet van het uurwerk afgenomen, maar wordt de veêr, aan welke hij hangt, door schroeven gespannen, en daarna de slinger, tusschen vier metalen

klossen, stevig vast geklemd. Is het uurwerk met zijn kastje, aan eenen paal of aan eenen muur, opgehangen, zoo behoeft men slechts een paar schroeven los te maken, om den slinger geheel vrij te zien, en even ligt wordt hij weder, vóór het vervoeren, vast gezet.

Aan al het reeds vermelde moesten, voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel, nog eenige hulpwerktuigen worden toegevoegd, wilde men in hare toekomstige behoeften geheel en al voorzien. Vele uitkomsten toch zouden op het meten der hoogte van sterren moeten berusten, die men niet met de noodige juistheid van den invloed der straalbuiging kan zuiveren, zonder den stand van Barometer en Thermometer bij de waarnemingen te hebben aangeteekend. Veelal zal men niet in staat zijn de werktuigen juist aan het kennelijke punt optestellen, welks ligging bepaald moet worden, en dan is het noodig dat men, door rigting en afstand, uit eene kleine driehoeksmeting verbonden met de bepaling van het Azimuth, afgeleid, de ligging van het eene punt, tot die van het andere overbrenge. Zonder twijfel zal het voor de Geographie van Neêrlands-Indië dikwijls noodig zijn ook driehoeksmetingen van grootere uitgebreidheid te ondernemen, en hoezeer de sterrekundige zending volstrekt geene graadmeting ten doel had of hebben kon, was het daarom noodig haar met de hulpmiddelen toeterusten, door welke ook eene vrij uitgestrekte basis met juistheid kon worden uitgemeten. Met uitzondering van twee heliotropen, wier eenvoudige inrigting toeliet dat zij door eenen smid uit ijzer werden gemaakt, zijn alle hulpwerktuigen der zending, benevens het draagbaar passage-instrument, vervaardigd door den Heer E. WENCKEBACH te Amster-

dam. Zij bestaan, behalve de genoemde heliotropen, in twee Smalkalder boussolen, twee barometers, vier thermometers, twee verdeelde kopijen der Nederlandsche el *à trait*, twee kopijen van die el *à bout*, twee meetkettingen en meetveêren van 20 ellen lengte en onderscheidene kleine maatstaven. De Heer Dr. F. J. STAMKART te Amsterdam heeft de goedheid gehad al de lengte-maten der zending, door zijnen spiegel-comparateur, met de standaards van het ijkkantoor te Amsterdam te vergelijken, en hunne kleine afwijkingen te bepalen. Dit verdienstelijk onderzoek, dat door den Heer STAMKART met de juistheid en naauwgezetheid is volbragt welke dien uitstekenden geleerde kenschetsen, heeft de Lengte-maten der zending eenen graad van zekerheid bijgezet, door welke zij, ook aan een veel hooger dan hun eigenlijk doel zouden kunnen beantwoorden. Van de hulptoestellen, die het doelmatig gebruik der hoofdwerktuigen vorderde, is reeds vroeger melding gemaakt. Misschien zal het dezen of genen, tot wiens kennis het gekomen is dat de Russen, bij hunne graadmeting, tenten met zich voerden, onder welke zij, als het mogelijk was, hunne waarnemingen volbragten, bevreemden dat niet ook bij de zending naar Oost-Indië voor soortgelijke tenten gezorgd is. Op die bedenking zoude ik antwoorden, dat de Russische graadmeting eene geheel andere onderneming was, dan de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel. De tenten waren ook meer voor huisvesting dan voor waarnemingen bestemd, en kon het meten van hoeken tusschen aardsche voorwerpen, hetgeen bij de Russische graadmeting hoofdzaak was, onder eene tent geschieden, bij sterrekundige waarnemingen moest men zich toch in de

opene lucht begeven. Buitendien zal men wel willen gelooven dat de luchtsgesteldheid in Oost-Indië aanmerkelijk van die in Siberië moet verschillen, zoodat men in de eene landstreek kan ontberen, wat men in de andere, ter beschutting van waarnemers en werktuigen, noodzakelijk achtte. Wilde men alles navolgen wat door de Russen, bij hunne sterrekundige zendingen, geschiedde, zoo zoude men ook voor ijssleden en honden moeten zorgen, om de werktuigen, door de sneeuw, van de eene plaats naar de andere overtevoeren. De sterrekundige waarnemingen zullen het best geheel onder den blooten hemel volbragt worden, en daartegen bestaat, bij het gebruik van werktuigen als die der zending naar Oost-Indië, niet de minste zwarigheid, vooral niet indien men, zooals hier heeft plaats gehad, voor ligte en waterdigte kastjes heeft gezorgd, door welke de werktuigen tegen regen en stof beschut kunnen worden, als zij, gedurende een' geruimen tijd, zonder gebruikt te worden, in de opene lucht op hunne voetstukken moeten blijven staan. Mogt men in Oost-Indië sommige zijner waarnemingen volstrektelijk onder een tentje willen volbrengen, zoo zoude men ligtelijk zijnen wensch vervuld kunnen zien, zonder zich met een' onmatigen last van pakgoederen te bezwaren. Door de inlanders toch wordt, in den tijd van eenen dag, eene tent uit bamboes opgetrokken, voor het minst even zoo goed, als die welke men, niet zonder groote moeijelijkheden, met zich zoude kunnen voeren.

Ik heb, voor zoo ver dit verslag mij daartoe de noodige ruimte aanbood, den niet onbelangrijken schat van draagbare sterrekundige werktuigen beschreven, die ik voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel heb uitgekozen, en die, ten haren behoeve, zijn aangeschaft. Ik hoop daardoor te hebben aangetoond, dat de mij toevertrouwde gelden met studie en naauwgezetheid besteed zijn voor het gewigtige doel, waartoe zij werden afgezonderd, dat overvloediglijk in alle behoeften der zending is voorzien, en dat al het overtollige of nuttelooze zorgvuldig is vermeden. Ofschoon het reeds door de verrigtingen van anderen ten volle is bewezen, dat de door mij uitgekozene werktuigen zelfs aan hoogere eischen dan die der hydrographie en geographie kunnen voldoen, wenschte ik eenige proeven van hun vermogen aan dit verslag toetevoegen, ontleend aan de uitkomsten welke, door den Heer DE LANGE zelven, bij zijn verblijf te Leiden, met die werktuigen zijn verkregen. Verschillende omstandigheden onthouden mij echter het genoegen, van aan die proeven eenen graad van volledigheid te kunnen geven, door welken alléén zij den naam van voltooide wetenschappelijke bijdragen konden verdienen, en ik moet mij te vreden stellen met het denkbeeld, dat zij ten minste kunnen aanwijzen, wat men omtrent de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel kan hopen. De Heer DE LANGE heeft, gedurende zijn laatste verblijf te Leiden, bij zijne overige bezigheden, talrijke waarnemingen volbragt, maar gedurende een' geruimen tijd kon hij daartoe alleen de werktuigen van het observatorium aanwenden, daar de werktuigen van PISTOR en MARTINS eerst een paar maanden, en dat van

REPSOLD eerst een paar dagen voor zijn vertrek uit Leiden aldaar aankwamen. De onderzoekingen welke hij, in den onrustigen tijd, toen hij zich reeds voor zijne afreize gereed moest maken, met die werktuigen kon volbrengen, moesten veel meer eene naauwgezette beoefening dier stukken en zijne eigene gemeenzaamheid met hen, dan het leveren van geslotene en schitterende uitkomsten ten doel hebben, en ofschoon die onderzoekingen werkelijk uitkomsten hebben opgeleverd die geenszins te versmaden zijn, laat de ruimte mij hier niet toe die alle te vermelden, terwijl eene bepaalde omstandigheid ten gevolge heeft, dat aan de mededeeling van sommige iets moet ontbreken, waardoor aan de strenge eischen der wetenschap niet ten volle kan worden voldaan. Dagelijks kwam de Heer DE LANGE mij over zijne werkzaamheden raadplegen, en vertoonde hij mij de uitkomsten der onderzoekingen, die ik hem had aanbevolen, en dikwijls was ik daarbij getroffen over de voortreffelijkheid der aangekochte werktuigen, zoo wel als over de vaardigheid, met welke hij die wist te gebruiken. Wenschende daarvan in lateren tijd gebruik te kunnen maken, en vermeenende, dat elke stichting van het rijk een zeker regt heeft op de onderzoekingen die er zijn volbragt geworden, heb ik den Heer DE LANGE herhaaldelijk om een naauwkeurig afschrift van al zijne te Leiden volbragte waarnemingen verzocht. Eerst toen de Heer DE LANGE reeds voor goed vertrokken was, mogt ik een afschrift zijner waarnemingen ontvangen, maar dat door eenen, in de sterrekunde volstrekt onbedrevenen, geschreven en niet behoorlijk was nagezien, zoo dat het, niet alleen op vele plaatsen volstrekt onverstaanbaar, maar op andere plaatsen blijkbaar ver-

keerd en op nog andere onvolledig is. Aan dit afschrift ontbreken vele waarnemingen, van welke ik weet dat zij door den Heer DE LANGE zijn volbragt geworden, en aan de onjuistheid en onvolledigheid van dat afschrift moet het worden toegeschreven, dat in sommige der volgende mededeelingen iets ontbreekt, welks vermelding de wetenschap gevorderd zoude hebben.

In de eerste plaats wil ik eenige onderzoekingen mededeelen, omtrent den gang der aangekochte chronometers van DENT n°. 2230 en n°. 2231. De gang van eenen chronometer verandert zich gewoonlijk regelmatig met den tijd en met de temperatuur, en is daarbij aan onregelmatigheden onderworpen, die zich in grootere of kleinere tijdvakken herstellen. De regelmatige veranderingen, welke de gang eens chronometers, door den tijd en door de verandering der temperatuur, ondergaat, kunnen naauwelijks als fouten worden aangemerkt, daar zij voor eene juiste bepaling vatbaar zijn, en hebben zij zich bij de beide chronometers van DENT uitermate gering betoond, de aandacht moest hoofdzakelijk op de onregelmatigheden in hunnen gang gevestigd worden. Ten einde de onregelmatigheden in den dagelijkschen gang te kunnen schatten, heb ik, daar niet dagelijks eene tijdsbepaling kon worden verkregen, den Heer DE LANGE aangeraden beide chronometers, geregeld elken dag, met elkander te vergelijken. De chronometers sloegen beide halve secunden, zoodat hunne regtstreeksche onderlinge vergelijking niet, met zekerheid, op een klein gedeelte eener secunde na, geschieden kon, maar het observatorium te Leiden bezit een' ouden chronometer van KNEBEL, die in elke minuut 130 tikken maakt,

zoodat die chronometer als een nonius op de beide andere kon worden aangewend, en de regtstreeksche vergelijking van dezen chronometer, met iederen der chronometers van DENT, als men op het zamenvallen der tikken acht gaf, met zekerheid, op een paar honderdste deelen eener secunde na, geschieden kon. Zoo werd elken dag, door tusschenkomst van den chronometer van KNEBEL, het verschil tusschen de aanwijzingen der beide chronometers van DENT bepaald, en het verschil van die verschillen gaf hunnen dagelijkschen betrekkelijken gang, die telkens dezelfde wezen moest, indien de gang van beide chronometers volmaakt eenparig ware. Hoe naauwkeurig de vergelijking des chronometers van KNEBEL met iederen der chronometers van DENT mogt wezen, de kleine onvermijdelijke fouten van die vergelijking, konden, zeer vergroot, in den gevondenen dagelijkschen betrekkelijken gang overgaan. Eene fout van twee honderdste deelen eener secunde in elke vergelijking, kon eene fout van vier honderdste deelen eener secunde in het verschil tusschen beide chronometers, en van acht honderdste deelen in het verschil van twee dier verschillen, en dus op den gevondenen dagelijkschen betrekkelijken gang, ten gevolge hebben. Hoe klein eene grootheid van acht honderdste deelen eener secunde wezen moge, het zal uit de volgende opgaven blijken, dat zij zeer groot is, met betrekking tot de onregelmatigheden in den betrekkelijken dagelijkschen gang van beide chronometers. Tot mijn innig leedwezen vond ik in het afschrift, mij door den Heer DE LANGE nagelaten, niet de oorspronkelijke onderlinge vergelijkingen der chronometers, en zelfs niet de dagelijksche betrekkelijke gangen der chronometers van DENT opge-

teekend. Ik vond alleen eenige uitkomsten van die onderlinge vergelijking gedurende slechts eene maand voortgezet, bestaande in de verschillen tusschen de waargenomene, betrekkelijke, dagelijksche gangen en drie middentallen, verkregen door de waarnemingen in drie groepen te verdeelen. Ook ontbrak het aan eenige opgave van den stand des thermometers, ter plaatse waar de chronometers bewaard werden. Uit de opgaven van den Heer DE LANGE kon ik echter de betrekkelijke dagelijksche gangen weder afleiden, die hij, van den 25sten Februarij tot den 26sten Maart 1850, gevonden moet hebben, en het zijn deze welke ik hieronder mededeel. Het gemiddelde bedrag van dien betrekkelijken gang vond ik, voor dat tijdsverloop, 1,"329, en de verschillen tusschen dat middental en de waargenomene betrekkelijke gangen, dat is de onregelmatigheden in de betrekkelijke dagelijksche gangen, zoo als die hieronder, in de kolom welke *onregelmatigheid* tot opschrift heeft, zijn aangewezen. Ik moet hierbij nog doen opmerken, dat de chronometers zoodanig geplaatst waren, dat zij niet door mededeeling een' gunstigen invloed op de regelmatigheid van elkanders gang konden uitoefenen.

1850.	Betrekkel. dag. gang.	Onregel-matigheid.	1850.	Betrekkel. dag. gang.	Onregel-matigheid.
25 Febr.	1"51	+ 0"18	12 Maart.	1"40	+ 0"07
26 »	1,60	+ 0,27	13 »	1,34	+ 0,01
27 »	1,21	− 0,12	14 »	1,41	+ 0,08
28 »	1,25	− 0,03	15 »	1,28	− 0,05
1 Maart.	1,25	− 0,08	16 »	1,34	+ 0,01
2 »	1,25	− 0,08	17 »	1,33	0,00
3 »	1,25	− 0,08	18 »	1,11	− 0,22
4 »	1,36	+ 0,03	19 »	1,27	− 0,05
5 »	1,00	− 0,33	20 »	1,41	+ 0,08
6 »	1,06	− 0,27	21 »	1,49	+ 0,16
7 »	1,33	0,00	22 »	1,49	+ 0,16
8 »	1,47	+ 0,14	23 »	1,04	− 0,29
9 »	1,48	+ 0,15	24 »	1,41	+ 0,08
10 »	1,32	− 0,01	25 »	1,34	+ 0,01
11 »	1,46	+ 0,13	26 »	1,40	+ 0,07

Door de methode der kleinste quadraten, vindt men hieruit de waarschijnlijke onregelmatigheid in den betrekkelijken dagelijkschen gang, gelijk aan 0"096. In de veronderstelling dat beide chronometers even volkomen zijn, is alzoo de waarschijnlijke onregelmatigheid in den dagelijkschen gang, van elken chronometer op zich zelven, niet grooter dan 0"068. Over deze uitkomst moet men inderdaad verbaasd zijn, zoo men in aanmerking neemt dat hier, noch op de verandering van den gang afhangende van den tijd, noch op die afhangende van de temperatuur is acht gegeven, terwijl de kleine fouten in de dagelijksche onderlinge vergelijkingen der chronometers, die niet in

rekening zijn gebragt, hunne onregelmatigheden nog te groot moesten doen vinden.

Om den gang van elken chronometer op zich zelven, over grootere tijdvakken, te kunnen beoordeelen, moet men zijne toevlugt tot de tijdsbepalingen nemen. In het afschrift van het dagboek der waarnemingen van den Heer DE LANGE komen vele tijdsbepalingen op beide chronometers voor, welke zich van den 24sten Febr. tot den 27sten Junij 1850 uitstrekken, maar geene opteekeningen van de standen des thermometers, zoodat de invloed van de temperatuur op den gang der chronometers niet bepaald kon worden. Het blijkt echter uit de waarnemingen, dat die invloed, evenzeer als die van den tijd, niet dan uiterst gering kan wezen. Tot eene proeve moge het volgende groepje van tijdsbepalingen strekken, dat in het dagboek van den Heer DE LANGE op eene bijzondere plaats is aangevoerd.

1850. Middelb. tijd.	Dent 2230.		Dent 2231.	
	Chron. vóór den middelb. tijd.	Dagelijksche vertraging.	Chron. vóór den middelb. tijd.	Dagelijksche vertraging.
24 Febr. $10^{u}39$	3′ 51″16	1″710	1′ 18″74	0″446
6 Maart 6,45	3 34,35	1,700	1 14,35	0,233
12 » 8,61	3 24,00	2,040	1 12,93	0,580
21 » 9,44	3 5,54	1,701	1 7,69	0,412
26 » 11,18	2 56,91	1,822	1 5,60	0,530
9 April 12,00	2 30,93		0 58,16	

Men ziet hieruit, hoe weinig de gang van beide chronometers zich, in een tijdvak van 44 dagen, ver-

anderde. Eene schoone zinnelijke voorstelling van den gang wordt verkregen, als men, uit de eerste en laatste waarneming, den gemiddelden dagelijkschen gang van beide chronometers afleidt, en daarmede hunne fouten, voor de tusschentijden, op welke die door de waarnemingen regtstreeks bepaald zijn, berekent. Men vindt alzoo, voor het tijdvak tusschen den 24sten Februarij en den 9den April, voor DENT 2230, eene gemiddelde dagelijksche vertraging van 1″820, en voor DENT 2231 eene gemiddelde dagelijksche vertraging van 0″467, en voor de tusschentijden de volgende uitkomsten:

1850.	Dent 2230.		Dent 2231.	
	Berekende fout.	Verschil met de waarneming.	Berekende fout.	Verschil met de waarneming.
6 Maart.	3′ 33″26	+ 1″09	1′ 14″15	+ 0″20
12 »	3 22,18	+ 1,82	1 11,30	+ 1,63
21 »	3 5,73	− 0,19	1 7,08	+ 0,61
26 »	2 56,50	+ 0,41	1 4,72	+ 0,88

Als men dus, in het tijdvak van 44 dagen, in het geheel geene tijdsbepaling had volbragt, dan zoude, gedurende dat geheele tijdvak, zelfs onder volstrekte verwaarloozing van den invloed, dien de tijd en de temperatuur op den gang der chronometers moeten uitoefenen, door den eenen chronometer zoo wel als door den anderen, de tijd, op minder dan 2 secunden na, zijn aangewezen. Ik heb nog voor den chronometer n°. 2231 een ander tijdvak, van 62 dagen, op dezelfde wijze onderzocht, en bevonden dat de af-

wijkingen tusschen de fouten van dien chronometer, uit de eerste en laatste tijdsbepaling afgeleid, en de werkelijk waargenomene, waar zij het grootste zijn, niet meer dan $2\frac{1}{2}$ secunden bedragen. Die afwijkingen zouden nog kleiner wezen, indien de veranderingen van den gang, welke van den tijd en de temperatuur afhangen, waren in rekening gebragt. Vergelijkt men deze uitkomsten bij die van soortgelijke onderzoekingen, welke de Russische chronometer-expeditiën omtrent andere chronometers hebben opgeleverd, zoo kan men die van DENT niet genoeg bewonderen, en een enkele blik op de verkregene uitkomsten is genoeg om zich te overtuigen, dat er slechts weinige chronometers bestaan, welke in voortreffelijkheid die der Oost-Indische zending evenaren. Ook in de veronderstelling dat de gang van beide chronometers op eene reis iets van zijne buitengewone voortreffelijkheid zoude verliezen, kan men uit de verkregene uitkomsten eenige belangrijke gevolgtrekkingen, omtrent de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel, afleiden. Het is genoeg gebleken, dat eenige uren van een helderen nacht toereikend zijn, om, met een goed universaal-instrument, de Breedte eener plaats, met eene zekerheid van een paar secunden, te bepalen. Als dus een sterrekundige, alleen met de twee chronometers van DENT en een der universaal-instrumenten gewapend, van Batavia uitgaande, eene reis volbragt, om verschillende plaatsen in Oost-Indië te bezoeken, en eerst na verloop van eenige weken te Batavia terugkeerde, zoude hij aan elke plaats, waar hem slechts een enkele heldere nacht te beurt mogt vallen, de Breedte op een paar boogs-secunden, en het Lengte-verschil met Batavia, op een paar tijds-

secunden na, bepaald kunnen hebben. De tijdsbepalingen te Batavia, onmiddellijk vóór en na de reis volbragt, zouden den gang der chronometers, gedurende de reis, doen kennen, en de veranderingen van dien gang zouden grootendeels onschadelijk gemaakt worden, indien men dezelfde reis een paar malen herhaalde. In vijf of zes weken zoude men vrij wat plaatsen kunnen bezoeken, en hieruit blijkt het hoe veel, reeds door een' enkelen waarnemer, met weinige voortreffelijke werktuigen toegerust, voor de sterrekundige plaatsbepaling in Oost-Indië volbragt kan worden.

Dat niet uitsluitend een BESSEL of een STRUVE het vermogen bezit, om, met een goed universaal-instrument, eene Breedte-bepaling, in den tijd van een paar uren, met eene zekerheid van een paar secunden te volbrengen, laat zich bewijzen door de werkzaamheden die de Heeren DE LANGE en J. A. C. OUDEMANS, op het observatorium te Leiden, alleen tot hunne oefening, en geenszins met het doel om naauwkeurige bepalingen te leveren, hebben ondernomen. In het dagboek van den Heer DE LANGE heb ik eene menigte onderzoekingen gevonden, de verdeelingen en de niveau's van het grootere universaal-instrument van PISTOR en MARTINS betreffende, onmiddellijk na de aankomst van dat stuk in het werk gesteld, die alle als bewijzen voor de hooge voortreffelijkheid van dat werktuig zouden kunnen worden aangevoerd. Daarbij vond ik ook metingen van Zeniths-afstanden op aardsche voorwerpen, volbragt met het kennelijke doel, om zich met de behandeling van dat werktuig gemeenzaam te maken. De eerste wezenlijke Breedte-bepaling, die de Heer DE LANGE, met dat werktuig, ondernam, is eene zeer korte proeve van den 11den Junij 1850.

Blijkens zijn dagboek heeft de Heer DE LANGE toen vier malen den Zeniths-afstand der poolster, buiten den Meridiaan, gemeten. Tusschen de eerste en laatste waarneming waren slechts achttien minuten verloopen, en de gemetene Zeniths-afstanden gaven, voor de Breedte van het punt, waar het werktuig was opgesteld, de volgende uitkomsten:

	52° 9′ 27″50
	27,00
	25,12
	25,71
midden:	52° 9′ 26″34

Reeds den volgenden dag volbragt de Heer DE LANGE, in den tijd van een enkel uur, veertien malen eene meting van den Zeniths-afstand der poolster, buiten den Meridiaan, waaruit de volgende uitkomsten, voor de Breedte van hetzelfde punt, door hem worden afgeleid:

	52° 9′ 22″60
	25,73
	24,87
	27,08
	22,30
	25,98
	29,61
	28,46
	23,13
	25,84
	26,92
	28,06
	27,47
	25,44
midden:	52° 9′ 25″96

Het is klaar, dat de latere waarnemingen van den Heer DE LANGE, met dat werktuig, niet minder voortreffelijk zijn. Het universaal-instrument van REPSOLD is door den Heer DE LANGE niet gebruikt geworden, maar wil men eene proeve van hetgeen het voor de Breedte-bepaling kan opleveren, in weerwil van de geringe vergrooting van zijnen kijker en zijne mikroskopen, zoo kunnen wij tot de waarnemingen van den Heer OUDEMANS, met dat werktuig volbragt, onze toevlugt nemen. Den 27sten Febr. 1851 volbragt de Heer OUDEMANS, met dat stuk, voor het eerst eene Breedtebepaling, zoo als men die behoort te volbrengen, als men eene uitkomst, en niet eene oefening bedoelt. Benevens de poolster buiten den Meridiaan, werden door hem vier andere sterren, nabij den Meridiaan, waargenomen. De Zeniths-afstand der poolster werd negen malen, die der ster ε *Leonis* zes malen en die der overige sterren zeven malen gemeten. In het geheel mat de Heer OUDEMANS alzoo 36 Zeniths-afstanden, en daar elke Zeniths-afstand op eene dubbele meting berust, volbragt hij 72, op zich zelve staande, metingen, welke alle in den tijd van drie uren waren afgeloopen. De verschillende sterren gaven de volgende uitkomsten, voor de Breedte van het vorige punt

Poolster	52° 9′ 28″1
λ Urs. Min.	29,1
ε Hydrae	27,7
α Cephri O. C.	29,0
ε Leonis	25,2
midden:	52° 9′ 27″82

De Breedte van het punt, waar de werktuigen waren opgesteld, bedraagt, naar eene lange reeks van

waarnemingen omtrent de doorgangen van sterren door den eersten vertikaal, welke, van den 1sten Mei 1848 tot den 11den Febr. 1849, door den Heer OUDEMANS, met het passage-instrument van het observatorium, zijn volbragt:

52° 9′ 27″05

Ik behoef alzoo het getal dezer proeven niet te vermeerderen om mijne verklaring te staven. Ik wil het echter niet onopgemerkt laten, dat de werktuigen te Leiden rusten op eene houten paal, die zich 65 voeten boven de straat verheft, en bevestigd is aan een houten dak, verborgen onder den vloer van het eenige kamertje op het observatorium te Leiden, waar zulke waarnemingen mogelijk zijn. Hoezeer die paal niet in aanraking komt met den vloer die den waarnemer draagt, zouden de waarnemingen nog veel zekerder zijn, indien men de werktuigen eenvoudiglijk op eenen, op den grond nedergelegden, steen kon laten rusten. Daar men met de beide universaal-instrumenten der zending, in een' korten tijd, Zeniths-afstanden op een paar secunden na met zekerheid kan meten, zal men in Oost-Indië den tijd ook, door Zeniths-afstanden van sterren, even spoedig, op een of twee tiende deelen eener secunde na kunnen bepalen, en dit, in Oost-Indië, altijd gereede hulpmiddel om den tijd te bepalen, zal een' geoefenden waarnemer aldaar niet zelden te stade komen.

Horizontale hoekmetingen worden het best beoordeeld, door de uitkomsten voor dezelfde hoeken, welke door verschillende waarnemers en met verschillende werktuigen verkregen zijn. De Heer DE LANGE heeft eene menigte horizontale hoekmetingen volbragt, eerst

met het oudere universaal-instrument van ERTEL, aan het observatorium behoorende, en daarna met het universaal-instrument van PISTOR en MARTINS. Hetzelfde geschiedde door den Heer OUDEMANS, wien het was toegestaan, bij afwezigheid van den Heer DE LANGE, het universaal-instrument van PISTOR en MARTINS te gebruiken, voor welks behoorlijke plaatsing dat van ERTEL, aan het observatorium behoorende, moest worden ter zijde gesteld. Beide Heeren arbeidden, zonder onderlinge afspraak, op hunne eigene gelegenheid, doch onder de hoekmetingen mij door den Heer OUDEMANS medegedeeld, en die welke in het dagboek van den Heer DE LANGE zijn aangewezen, komen onderscheidene voor, welke dezelfde hoeken betreffen. Voornamelijk zijn deze hoeken die welke, aan de plaats waar te Leiden de werktuigen waren opgesteld, gevormd worden door Warmond (de torenspits van het Seminarium) en Rhijnsburg, door Rhijnsburg en Soeterwoude en door Soeterwoude en Warmond. De uitkomsten door de Heeren DE LANGE en OUDEMANS, op elken bijzonderen dag, na eenige, niet talrijke, herhalingen der metingen, voor deze hoeken verkregen, zijn de volgende.

Hoek tusschen Warmond en Rhijnsburg:

26 Mei	1850	50° 33′ 12″0	DE LANGE met ERTEL.	
29 »	»	13,7	» » »	
30 »	»	10,6	» » » »	
28 Junij	»	12,0	» » »	PISTOR en MARTINS.
4 Aug.	»	13,1	OUDEMANS » » » »	
14 »	»	14,1	» » » » »	
23 »	»	12,5	» » » » »	
30 ›	»	12,3	» » » » »	
midden:		50° 33′ 12″54		

Hoek tusschen Rhijnsburg en Soeterwoude:

24 Mei	1850	152° 35′ 12″3	DE LANGE met ERTEL.	
26 »	»	14,8	» » » »	
29 »	»	13,5	» » » »	
30 »	»	14,5	» » » »	
28 Junij	»	14,0	» » »	PISTOR en MARTINS.
4 Aug.	»	10,1	OUDEMANS » » » »	
14 »	»	10,0	» » » » »	
23 »	»	10,1	» » » » »	
30 »	»	12,1	» » » » »	
midden:		152° 35′ 12″38		

Hoek tusschen Soeterwoude en Warmond:

24 Mei	1850	156° 51′ 39″3	DE LANGE met ERTEL:	
29 »	»	32,8	» » » »	
30 »	»	35,3	» » » »	
28 Junij	»	34,0	» » »	PISTOR en MARTINS.
4 Aug.	»	36,8	OUDEMANS » » » »	
14 »	»	35,9	» » » » »	
23 »	»	37,4	» » » » »	
30 »	»	35,6	» » » » »	
midden:		156° 51′ 35″89		

De vergelijking tusschen deze uitkomsten en hare middentallen legt weder de loffelijkste getuigenissen, zoo wel van de waarnemers, als van de werktuigen af. Hoe groot de overeenstemming tusschen de verschillende uitkomsten voor denzelfden hoek verkregen ook wezen mogt, zij zoude gewis nog grooter zijn, indien niet een klein verzuim had plaats gegrepen. In het kleine houten, zich boven de daken verheffend, gebouw, dat te Leiden als observatorium dient, bevinden zich twee, van den vloer afgescheidene, palen, op welke de werktuigen geplaatst moeten

worden, indien men die voor wezenlijke waarnemingen gebruiken wil. Een dezer palen moest steeds met het passage-instrument van het observatorium bezet blijven, en de andere paal moest steeds van het eene werktuig worden ontheven, als men het andere wilde aanwenden. Niet altijd is gezorgd dat de middelpunten van de horizontale cirkels der werktuigen, volkomen de vorige plaats hernamen, op de kleine vierkante steenen plaat, met welke de paal gedekt is. Eene verplaatsing van een paar Ned. duimen kon reeds eenen invloed van eene secunde, op een' der gemetene hoeken uitoefenen, en ik twijfel of die verplaatsing soms niet nog grooter was, daar de stand van het werktuig op de steenen plaat, niet opzettelijk werd uitgemeten.

Ten slotte wil ik nog eene enkele proeve geven van de allerlastigste bepaling, welke draagbare sterrekundige werktuigen kunnen vorderen, namelijk die van het Azimuth. De Heeren DE LANGE en OUDEMANS hebben talrijke bepalingen van het Azimuth van aardsche voorwerpen volbragt, onder welke sommige hetzelfde dorp (Rhijnsburg) betreffen. Zij verkregen, aan de gewone standplaats der werktuigen, de volgende uitkomsten:

Azimuth van Rhijnsburg:

19 Junij	1850	38°38′7″9	DE LANGE	met	PISTOR en MARTINS.
27 »	»	7,4	» »	»	» » »
11 Aug.	»	8,0	OUDEMANS	»	» » »
23 »	»	4,1	»	»	» » »
28 »	»	5,5	»	»	» » »
30 »	»	4,9	»	»	» » »
26 Febr.	1851	3,8	»	»	REPSOLD.
midden:		38°38′5″94			

Als men nu al deze uitkomsten toetst aan die van denzelfden aard, bij de Russische en Pruissische graadmetingen, onder het bestuur van STRUVE en BESSEL, gedeeltelijk met veel grootere werktuigen verkregen, zal men moeten erkennen, dat zij aan de strengste eischen der tegenwoordige sterrekunde voldoen, dat geene meer volkomene metingen met draagbare sterrekundige werktuigen kunnen worden aangewezen, en dat zij, omtrent de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel, meer beloven dan men van haar begeeren kan. Het is inderdaad een benijdenswaardig voorregt, voor zijn vaderland te mogen arbeiden, met zulke schoone hulpmiddelen, als die welke eene, even welberadene als ongewone, mildheid ter beschikking van den Heer DE LANGE stelde. De Heer DE LANGE blijve de waarde van dat voorregt en het hooge gewigt van zijne roeping steeds levendig beseffen. Zijne schoone en eervolle zending moge Nederland tot nut en welzijn strekken, en daarbij eenen smet uitwisschen, dien het, aan zijnen wetenschappelijken roem, had laten kleven. Mogen zijne en mijne pogingen om dat groote doel te bereiken, onder den zegen des Hemels, de gewenschte vruchten dragen.

NASCHRIFT.

Toen dit stuk, met uitzondering alleen van het laatste blad, reeds geheel was afgedrukt, ontving ik eenen belangrijken brief van de Heeren Gebroeders REPSOLD, wiens inhoud ik meen hier niet met stilzwijgen te mogen voorbijgaan, daar hij de aanmerkingen betrof, welke ik mij, bladz. 125 en vervolgens, omtrent het, door hen geleverde, werktuig veroorloofd heb. Ik had die aanmerkingen ook schriftelijk ter kennis van de Heeren REPSOLD zelven gebragt, en wel ver van zich daarover eenigermate gekwetst te gevoelen, verklaarden deze beroemde mannen, wier hoogste doel het is de wetenschap te dienen, dat zij mijne bedenkingen met groote belangstelling niet alleen, maar ook met welgevallen en in dank hadden opgenomen. Wat ik in hun werktuig anders had gewenscht, was echter geen uitvloeisel van willekeur, maar van studie en gemeen overleg met beroemde sterrekundigen. Men wilde het universaal-instrument zoo ligt mogelijk maken, opdat het, met des te minder zwarigheden, vervoerd, en ook op bergen gebruikt zoude kunnen worden, en

dit was de natuurlijke reden van zijne teederheid. De Heeren REPSOLD hebben mij toegestemd, dat hun werktuig, niet dan met groote omzigtigheid aangewend, de naauwkeurigheid kan opleveren, voor welke het vatbaar is, en hebben ook besloten om, in het vervolg, aan den mikroskopen-drager van den vertikalen cirkel eene andere inrigting te geven, bij welke hij niet zoo ligtelijk eene merkbare buiging zal kunnen ondervinden. Ik stem het gereedelijk toe, dat men, voor reizende sterrekundigen, de werktuigen zoo ligt mogelijk moet maken, maar kan mij toch niet met het denkbeeld vereenigen, dat de vastheid van den bouw eenigermate aan eene ligtere vervoerbaarheid zoude mogen worden opgeofferd. Het vervoeren van werktuigen eischt niet meer dan armen en beenen, die men overal kan vinden, doch een zeer teeder werktuig kan eene heerschappij over de kunst van waarnemen begeeren, die zelfs niet bij alle sterrekundigen gevonden wordt. Waar men volstrektelijk zeer ligte werktuigen behoeft, zoude ik, in elk geval, kleine werktuigen boven zwakke aanbevelen, en juist dewijl ik voorzag, dat het medevoeren der grootere universaal-instrumenten soms te moeijelijk zoude kunnen vallen, heb ik aan deze het kleine universaal-instrument van PISTOR en MARTINS toegevoegd. De Heeren REPSOLD hebben, gelijk zij mij berigten, in den laatsten tijd, op den uitdrukkelijken wensch en raad van SCHUMACHER en STRUVE, aan de kijkers en de mikroskopen hunner werktuigen zeer geringe vergrootingen gegeven, omdat daardoor eene helderheid van licht wordt gewonnen, die, voor de scherpte en de zekerheid der aflezingen, rijkelijk tegen het voordeel van groote vergrootingen zoude opwegen. Ik eerbiedig gaarne het gevoelen

van mannen als SCHUMACHER en STRUVE, maar ik moet toch verklaren, dat de waarschijnlijke fouten der aflezingen, bij het werktuig van PISTOR en MARTINS, aan hetwelk men buitengewoon sterk vergrootende mikroskopen had gegeven, merkbaar kleiner dan bij het werktuig van REPSOLD waren, en hoezeer ik erken dat ik mij steeds verwonderde over de scherpte mijner eigene aflezingen op het laatstgenoemde werktuig, zoo ben ik toch overtuigd, dat zij eene mate van oefening vorderde, die men niet van allen kan vergen, welke, aan een ver verwijderd oord, met zulk een werktuig te arbeiden kunnen hebben. Hadden de vergrootingen op het werktuig van PISTOR en MARTINS, zonder nadeel, iets kleiner kunnen wezen, zoo acht ik echter de geringe vergrootingen bij het werktuig van REPSOLD overdreven. De Heeren REPSOLD hebben weleer, zoo als dit bij het werktuig van PISTOR en MARTINS het geval was, de mikroskopen van den horizontalen cirkel een prisma tusschen het objectief en het oculair gegeven, maar die inrigting in lateren tijd, voor de, op bladz. 117 beschrevene, verworpen, omdat deze eene veel betere verlichting der verdeeling toeliet. Ik erken de hooge waarde van de heldere verlichting der verdeeling op het werktuig van REPSOLD, maar geen van het drietal waarnemers, die te Leiden met het werktuig van PISTOR en MARTINS gearbeid hebben, had bij dat werktuig immer tegen een gebrek aan licht te kampen, en het is ontegenzeggelijk dat men, bij sommige standen van het werktuig van REPSOLD, ter naauwernood de noodige ruimte voor het hoofd weet te vinden, als men de mikroskopen des horizontalen cirkels moet aflezen. Door de opheffing van het eene bezwaar, vervalt men, bij sterrekundige werktuigen,

niet zelden in het andere, en terwijl iedereen zal toestemmen, dat men uit kwade zaken het kleinste moet kiezen, is het hier niet altijd zoo ligt te beslissen, welk van twee bezwaren voor het kleinste moet worden gehouden. Daarbij moeten, zonder eenigen twijfel, de personen en de plaatsen, door wie en aan welke een werktuig gebruikt zal worden, in aanmerking komen, en terwijl ik voor de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel te zorgen had, wilde ik het liefst niet de hoogste mate van bedrevenheid bij de waarnemers veronderstellen, die, met slechts ééne uitzondering, nog geheel gevormd moeten worden. In weerwil van mijne bezwaren tegen het werktuig van REPSOLD, die op zijn gebruik en geenszins op zijne wetenschappelijke waarde betrekking hadden, vermeen ik zijne hooge voortreffelijkheid, door de waarnemingen van den Heer OUDEMANS te hebben bewezen, en hetgeen ik in dit geschrift omtrent zijne eigenschappen heb medegedeeld, zal, zoo ik vertrouw, al moge het moeijelijk vallen tusschen REPSOLD en mij te beslissen, voor de sterrekundige zending in Oost-Indië niet nutteloos zijn.





